Jahrbuch der Naturkunde

Siebenter Jahrgang 1909

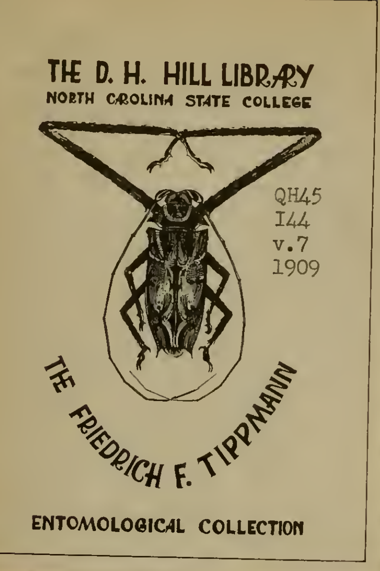
KARL PROCHASKAS ILLUSTR. JAHRBÜCHER

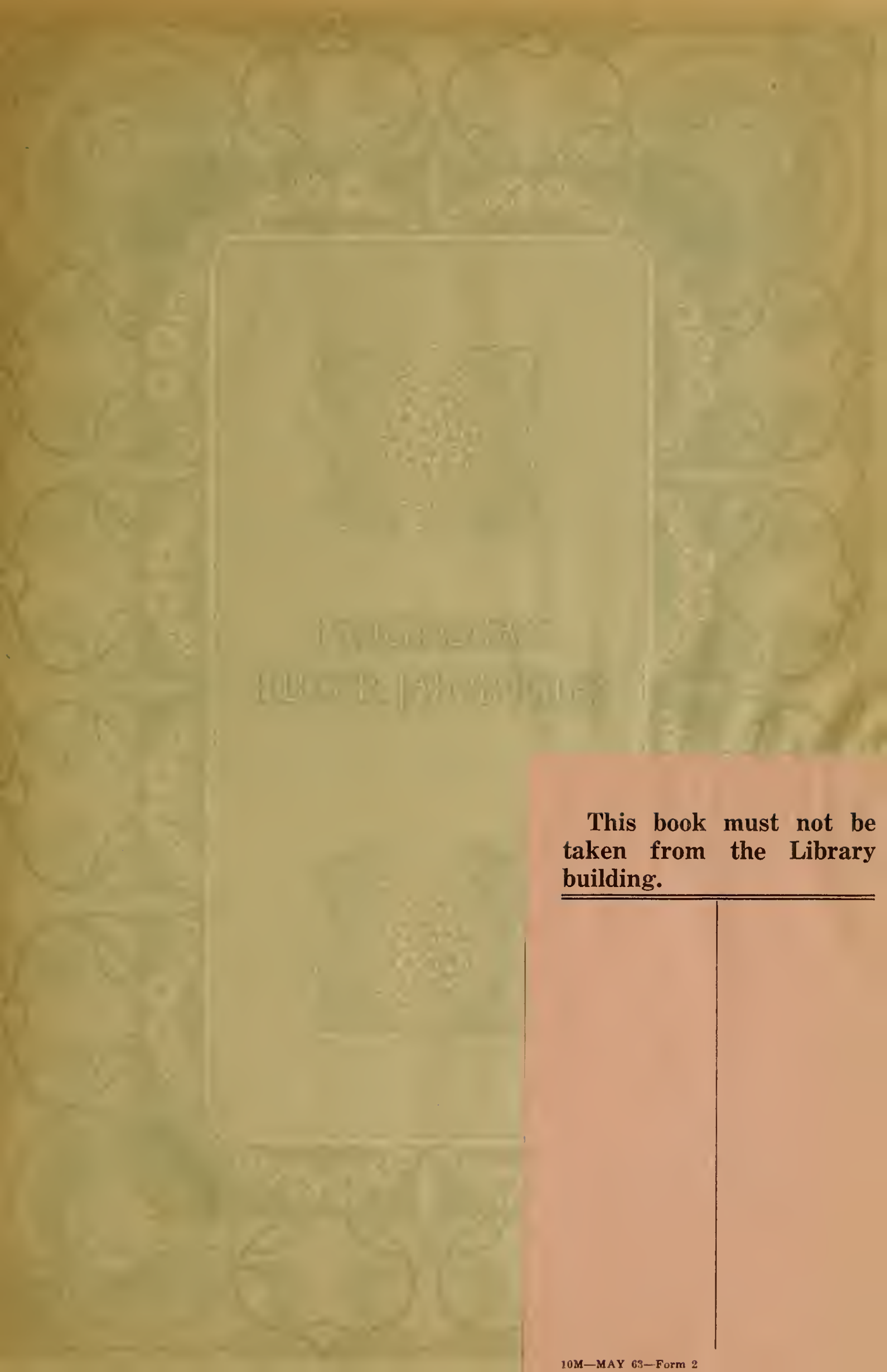
Von Herm. Berdrow



VERLAG UND DRUCK VON KARL PROCHASKA ▵ LEIPZIG ▿ WIEN ▿ TESCHEN

Preis 1 Mk. 50 = 1 K 80





Fortsetzung am Schluße des Buches.

Illustriertes Jahrbuch
der Naturkunde
Siebenter Jahrgang.



Der Grizzly Giant (12 Meter Durchmesser). Im Mariposa-Hain.

Prochaskas Illustrierte Jahrbücher

Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde

Siebenter Jahrgang 1909 Von H. Berdrow



Leipzig
Königstraße 9/11.

Karl Prochaska in Teschen

Wien
Kunfg. 7.

Inhaltsverzeichnis.*)

---

*) Denjenigen Herren, die mich durch Übersendung ihrer wissenschaftlichen Arbeiten freundlichst unterstützt haben, spreche ich auch hier meinen ergebensten Dank aus. Herm. Berdrow.

Alphabetisches Sachregister.



Eismeerpanorama in Hagenbecks Tierpark; im Vordergrund junge Walrosse; im Hintergrund Brillenpinguine an ihren Nisthöhlen und ein Tölpel.

Weltall und Sonnenwelt.

In den Wirbeln des Weltalls. * Die Sonnentätigkeit. * Weltsplitterchen. * Die Entstehung der Monde.

In den Wirbeln des Weltalls.

Die Bemühungen der Astronomie, in dem Chaos des Fixsterngewimmels, das sich uns am nächtlichen Sternenhimmel immer wieder mit überwältigender Schönheit auftut, Gesetzmäßigkeit der Bewegung und eine gewisse Regel der räumlichen Anordnung festzustellen, haben bisher wenig sichere Ergebnisse gezeitigt. Mit Recht warnt ein Astronom selbst, David Gill in seiner Rede über die Bewegung und Verteilung der Sterne im Raume,*) davor, den Tatsachen vorauszueilen und unfruchtbaren Spekulationen nachzugehen. Er betont, daß das menschliche Wissen zufrieden sein müsse, fortzuschreiten mittels der sich häufenden Arbeiten einander folgender Generationen; zufrieden damit, daß der Fortschritt noch für künftige Geschlechter mehr gemessen werden wird nach der Menge bescheidener, gut gerichteter und systematisch erörterter Beobachtungen, als nach der Fülle glänzender Spekulationen.

Aber auch Gill muß zugeben, daß die bisherigen Bemühungen wenigstens etwas Licht in das Dunkel gebracht haben. Mit Stolz betont er die große Entdeckung, daß ein Teil des Weltraumes, von dem wir nähere Kenntnis haben, erfüllt ist von zwei majestätischen Sternströmen, die nach entgegengesetzten Richtungen wandern.

*) Naturw. Rundsch., 22. Jahrg., Nr. 43 bis 46.

Einer dieser Ströme führt uns selbst im Umschwung des Sonnensystems durch die unendlichen Weiten, ein zweiter wandert uns entgegen. Die Spektralanalyse, die uns zum Teil befähigt hat, diese Tatsache zu erkennen, habe uns ferner die Sterne enthüllt als die gewaltigen Schmelztiegel des Schöpfers. Dort sehen wir die Materie unter Bedingungen des Druckes, der Temperatur und der Umgebung, deren Mannigfaltigkeit wir in unseren Laboratorien niemals nachahmen können, und dazu in einem Größenmaßstabe, im Verhältnis zu dem unsere größten Experimente sich ausnehmen wie der Tropfen neben dem Ozean, ja noch winziger.

Doch viel größere Fragen harren noch der Lösung. Woher entstammen diese beiden ausgedehnten Ströme gestalteter Materie, woraus haben sich all die Gestirne entwickelt, die nun in majestätischer Prozession durch die Räume dahinschweben?

In einem Werke „Das Werden der Welten" versucht Svante Arrhenius*) eine teilweise Lösung dieser Fragen. Er leitet die Nebelflecke, die am Sternenhimmel überall zu finden sind, von dem nicht zentralen, also seitlichen Zusammenstoß zweier Himmelskörper ab, die sich infolge der ungeheueren Erhitzung, die ein solcher Zusammenprall erzeugt, in Atome auflösen müssen. Eine

*) Leipzig, Akad. Verlagsgesellsch. 1907.



Andromedanebel.

Stütze dieser Ansicht sind die Spiralnebel, die sich allmählich wieder zu Sonnensystemen umbilden. Die Weltenergie pendelt also zwischen Nebelflecken und Sonnensystemen hin und her, und die Welt ist ewig, nicht nur in dem Werden und Vergehen und Wiedererstehen der Himmelskörper, sondern auch nach dem Kreislaufe des Lebendigen in ihr, das Arrhenius durch den Strahlungsdruck der Sonnen von System zu System durch die Welträume hindurch verpflanzt werden läßt. Das wäre eine sehr tröstliche Anschauung; denn sie weist nicht nur die von Clausius vertretene Ansicht zurück, daß der Welt infolge des Überganges der Wärme auf immer kältere Körper ein Aufhören aller Energie, der sogenannte Wärmetod, bevorstehe, sondern sie verbürgt sogar in der unablässigen Ausbreitung der Lebenssamen von Gestirn zu Gestirn eine Art persönlicher, wenn auch nicht bewußter Unsterblichkeit.

Sind nun — das ist eine weitere Frage, die sich aufdrängt — die Millionen von Sternen, welche die beiden Sternströme umfassen, die einzigen wägbaren Bewohner des Raumes? Oder existieren etwa jenseits der Grenzen dieser Sternenwelt andere Unendlichkeiten mit zahllosen anderen Sternen und Systemen?

Wir wissen es nicht.

Man hat mehrfach die Vermutung ausgesprochen, daß manche Nebelmassen solche jenseits „unserer" Welt liegende, der Milchstraße vergleichbare Sternenwelten seien. Auch hinsichtlich des Andromedanebels bestand diese Vermutung, hat sich hier jedoch als unberechtigt herausgestellt.*)

*) Prof. Berberich, Der Andromedanebel. Naturw. Rundsch., 23. Jahrg., Nr. 1.

Bekanntlich ist dieser Nebel eine riesige Spirale, deren Ebene sehr schief gegen unsere Sehrichtung liegt, in einem Winkel von nur etwa 15 Grad. Der Kern erscheint kugelig mit einem sternähnlichen Mittelpunkte 5·7 Größe. Hievon lösen sich einzelne Nebelarme ab, namentlich drei im Nordosten, von denen die zwei deutlichsten, durch einen schmalen Kanal getrennt, eine Strecke weit nebeneinander her ziehen und sich noch vor ihrer Umbiegung nach Südwesten in einzelne Wolken auflösen.

Als Wolkenkette beginnt ein dritter Arm seinen Lauf. Die Richtung der Wolkenketten nach der Umbiegung wird durch einen nebelfreien Kanal markiert, der eine vierte Windung, vielleicht die Fortsetzung der drei vorigen Arme, abgrenzt. Auch dieser Arm zerfällt weiterhin in einzelne Nebelballen. Die noch weiter vom Kern entfernten Windungen stellen sich fast nur noch als Reihen von Nebelfetzen und Nebelballen dar, jedoch in deutlich spiraliger Anordnung.

Dieses Spiralsystem wird merkwürdigerweise von einem zweiten System durchkreuzt, das sich in parallelen, nebelarmen Kanälen offenbart, die der längeren Achse der scheinbaren (perspektivischen) Nebelellipse gleich gerichtet sind. Ebenso sonderbar ist die Ablenkung der Achse dreier äußerer Windungen von der Hauptachsenrichtung des Nebels; die Verbiegung beträgt etwa 5 Grad. Alles das scheint anzudeuten, daß die regelmäßige Entwicklung der Spiralform dieses großen Weltwirbels wiederholt und in verschiedener Weise gestört worden ist. Wenn der Nebel eine viele Hunderte oder Tausende von Siriusweiten entfernte Milchstraße wäre, so müßte eine Störung nach Art der durch die Parallelkanäle angezeigten auf ungeheuere Kraftwirkungen zurückgeführt werden.

Innerhalb des Andromedanebels fehlen die schwächeren Sterne in auffälliger Weise, und man könnte vermuten, daß eine Bildung größerer Sterne nicht nur aus Nebel, d. h. gasförmiger Materie, sondern auch auf Kosten kleinerer Sterne stattfinden kann; eine Vermutung, die wahrscheinlich durchaus zutreffend ist. Im August 1885 erregte der Nebel allgemeines Aufsehen durch die in Dorpat von E. Hartwig gemachte Entdeckung eines neuen Sternes dicht neben dem Kern. Vielleicht ist dieses Ereignis nicht das erste seiner Art für den Andromedanebel; wenigstens läßt eine Notiz vom Jahre 1667 die Deutung zu, daß auch 1664 ein Aufleuchten in der Nebelmitte stattgefunden hat. Die Nova von 1885 verblaßte rasch. Daß sie wirklich ein Teil des Nebels war und nicht bloß scheinbar vor diesem stand, wurde seinerzeit von Auwers aus Wahrscheinlichkeitsgründen behauptet. Dieser Astronom und Pogson hatten 1860 inmitten eines Sternhaufens (M 80) im Skorpion gleichfalls eine Nova entdeckt, und es wäre wirklich ein sonderbarer Zufall, wenn im Zeitraume von nur 25 Jahren zwei der so seltenen neuen Sterne sich mitten auf Sterngruppen projizieren sollten, ohne selbst zu diesen zu gehören.

Der Abstand des Nebels von der Sonne und damit seine wahre Natur war nur festzustellen durch Ermittlung seiner Parallaxe (s. Jahrb. II,

S. 19). Bei der geringen Schärfe des Nebelkerns war diese Ermittlung sehr schwierig und ergab schwankende Werte, aus denen jedoch so viel hervorzugehen scheint, daß der Nebel von uns 7·5 oder 3·7 Siriusweiten (gleich 65 oder 33 Lichtjahren)*) entfernt ist. Der Nebelkern mit 7″ scheinbarem Durchmesser würde in Wirklichkeit 140 beziehungsweise 70 Erdbahnhalbmesser groß sein, im letzteren Falle also den Raum unseres Sonnensystems innerhalb der Neptunsbahn füllen.

Aus den Sternzählungen von P. Götz in Heidelberg-Königstuhl läßt sich der Schluß ziehen, daß der Andromedanebel ein in wirbelnder Bewegung befindliches Gemenge von Nebelmassen und kleinen sternähnlichen Verdichtungsmassen darstellt, während die Parallaxenuntersuchungen K. Bohlins es sehr wahrscheinlich machen, daß der Nebel, seiner scheinbaren Größe entsprechend, zu den unserer Sonne benachbarten Gestirnen des gesamten Fixsternsystems gehört.

Weit entfernter von uns liegt die Milchstraße, die mit allen übrigen sichtbaren Sternen zusammen ein einziges organisches Ganzes zu bilden scheint. Sind außer ihr noch andere Milchstraßen vorhanden, so dürfte deren Entfernung so groß sein, daß selbst die besten Instrumente kein Licht von dort her mehr wahrnehmen lassen. Über die Milchstraße und das Verhältnis der Nebel zu ihr hat Prof. M. Wolf in Heidelberg in der 79. Versammlung deutscher Naturforscher einen Vortrag gehalten, der den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse zusammenfassend darstellt.**) Danach fehlen in der Milchstraße die Nebel fast ganz, nehmen mit wachsendem Abstand von ihr an Zahl zu und treten am Nordpol der Milchstraße so dicht zusammen, daß die ganze Gegend damit erfüllt scheint. Dagegen gehören die Sternhaufen und die sogenannten „Gasnebel", die ein reines Gasspektrum zeigen, in die leuchtenden Ströme der Milchstraße organisch hinein.

Man hat für das Milchstraßensystem nach einem Zentralkern gesucht, und Easton vermutete einen solchen im Sternbilde des Schwans. Doch zeigt ein Bild dieser Gegend nichts von einer zentralen, uns benachbarten Verdichtung. Auch der Sternhaufen im Schilde bildet ein Zentrum, um das sich die Sternzüge der Milchstraße spiralig gruppieren; diese Gruppe setzt sich vorwiegend aus den helleren Sternen 10. und 11. Größe jener Gegend zusammen, während die Sterne 14. bis 18. Größe keine Beziehung zu ihr zeigen, vielmehr als ferne, gleichmäßige Sternschicht den Hintergrund bilden, von dem sich der Sternstrom mit der genannten Gruppe abhebt. Aber auch von ihr und einem ähnlichen Gebiet von spiraligem Bau im Schützen glaubt Prof. Wolf nicht, daß sie als der Zentralkern anzusehen seien. Es scheint ihm vielmehr, daß die geometrische Form des Milchstraßensystems noch nicht mit Sicherheit anzugeben sei, daß indessen neuere Ergebnisse der Photographie die Hoffnung auf die künftige Erkenntnis der wahren Natur der Milchstraßenerscheinung beleben. Diese Ergebnisse führen nämlich auf eine Beziehung örtlicher Strukturen in der Milchstraße zu benachbarten Nebeln und dunklen Flächen und Höhlen.

An zahlreichen Beispielen läßt sich zeigen, daß überall im Strome der Milchstraße und besonders an seinen Rändern ausgedehnte verschwommene Nebel liegen, die vielleicht aus Gasen bestehen und eine charakteristische Eigentümlichkeit der Milchstraße bilden. Sie schmiegen sich eng an die Grenzen einzelner Sternwolken an und durch Sternzählungen läßt sich bestätigen, daß die Nebelgrenzen zugleich Dichtegrenzen der Sternanhäufungen sind. In einigen solchen oft ganz scharf begrenzten Höhlungen ist noch ein Netz sehr schwacher, vielleicht entfernterer Sterne sichtbar, andere werden von einzelnen Ketten hellerer, vielleicht näherstehender Sterne gequert. Die Absorption (Auffangung, Verschlucken) des Sternenlichtes durch vorgelagerte dunkle Stoffmassen, deren Gestalt sich durch die Formen der Lücken und Risse in der Milchstraße kundgäbe, kann diese Sternenarmut einzelner Stellen gewiß nicht immer erklären. Wir wären dann zu der Annahme gezwungen, daß vor großen Teilen der Milchstraße solche dunkle Wolken lagerten; da ferner solche Risse und Kanäle nicht nur die Milchstraße durchziehen, sondern sich mit scharf begrenztem Verlaufe auch weiterhin in den gewöhnlichen Himmelsgrund verfolgen lassen, so müßte man folgerichtig annehmen, daß überall am Himmel dunkle Stoffe in Masse vorhanden sind und uns



Milchstraßenpartie mit Höhlen und Rissen.

*) Lichtjahr ist die Strecke, zu deren Durcheilung das Licht ein Jahr bedarf, nämlich 9463 Milliarden *km*.

**) Naturwiss. Rundschau, 22. Jahrg., Nr. 42; als Buch erschienen in Leipzig, J. A. Barth, 1908.

die entfernteren Sternregionen verdecken bis auf den schmalen Spalt, den wir als Milchstraße erblicken. Diese wäre also nur der sichtbare Rest verschwundener Pracht.

Eine andere, freilich auch noch erst zu beweisende Möglichkeit der Erklärung liegt in der Annahme, daß die Höhlen eine durch unbekannte Ursachen bedingte Zerklüftung des Sternenheeres darstellen, einen Zerstörungs- oder Trennungsvorgang, bei dem an den frisch betroffenen Stellen das Aufleuchten sonst unsichtbarer kosmischer Massen stattfände. Dadurch, daß die „Nebel" am Ende oder an der Grenze der Risse auftreten, wird uns der Ort gezeigt, an dem der Vorgang weiterschreitet. Aber auch so kommen wir wieder zu der Anschauung, daß die Milchstraße ein Rest ist, und zwar der Rest einer früher viel ausgedehnter leuchtenden Welt.

Alle diese Probleme werden nur durch unablässige Forschung mit den Mitteln der Photographie und der Spektralanalyse allmählich aufzuhellen sein. Prof. M. Wolf hat kürzlich einen dieser Milchstraßennebel, der in ganz ausgeprägter Weise an der Höhlenbildung der Milchstraße beteiligt ist (H V 15 im Schwan), näher untersucht.*) Fast genau von Süden nach Norden ziehend, scheidet er scharf eine Gegend größter Sternenfülle im Osten von einer Gegend weit geringerer Sternenzahl im Westen. Aufnahmen mit dem Reflektor zeigten, daß an verschiedenen Stellen fast zweifelfreie Verbindungen zwischen dem Nebelstreifen und einzelnen Sternen erkennbar sind, so daß der mit dem Nebel H V 14 Cygni innig zusammenhängende Nebel als in der Tiefe zahlreicher Milchstraßenketten liegend anzusehen ist. Eine am 3. August 1908 vorgenommene $3^1/_2$stündige Spektralaufnahme ergab für den Nebel ein unverkennbares Gasspektrum, dessen weitaus hellste Linie am violetten Ende des Spektrums liegt.

Das Auftreten eines neuen Sternes am Nordrande der Milchstraße ist — leider erst nachträglich — mittels der Aufnahmen der Filialsternwarte Pickerings zu Arequipa (Peru) entdeckt worden.**) Eine Aufnahme vom 5. Dezember 1905 zeigt dort, wo die Milchstraße das Sternbild Vela nach der Carina zu verlassen will, einen Stern 9·72 Größe (Rektasz. 10 Uhr 58 Min. 20 Sek., südl. Deklin. 53° 50′ 9), während sich nach Ausweis von 127 Platten, die seit 1889 von dieser Gegend aufgenommen waren, dort vor dem 12. Juli 1905 kein Stern befand, der heller als 11·5 Größe war. Da aus der Zeit zwischen Juli und Dezember die Aufnahmen sich nicht auf diesen Winkel des südlichen Sternenhimmels erstrecken, so läßt sich leider nicht angeben, an welchem Tage der Lichtstrahl, der uns hier eine Weltkatastrophe melden wollte, auf Erden ankam, und wie hell der Stern damals erschien. Er kann, wie die Nova Tycho de Brahes 1572 und die Nova Persei 1901 (s. Jahrb. I, S. 14) sogar dem bloßen Auge sichtbar gewesen sein, ohne daß man auf ihn aufmerksam wurde. Nach der ersten Platte, die den Stern zeigt, sind noch 13 andere vorhanden, auf denen er sich abgebildet hat. Sie verraten zunächst eine hin und her gehende, sehr geringe Schwankung seiner Helligkeit, dann vom 26. März bis 13. Juni des folgenden Jahres ein langsames, ebenfalls unter Schwankungen sich vollziehendes Abnehmen, und endlich bis Ende Juni 1906 eine reißend schnelle Abnahme. Eine Platte vom 2. Juli zeigt den Stern schon nicht mehr, obwohl sie noch Objekte unter 11. Größe enthält. Sein Spektrum, das Prof. Pickering noch zu erhalten hoffte, müßte die gleichen Linien hell und dunkel, also leuchtende und absorbierende Gase desselben Stoffes in Bewegung gegeneinander zeigen, als Abbild des Chaos, welches ein in einen Weltnebel hineinstürzender dunkler Stern erzeugt.

*) Astron. Nachr., Nr. 4271.

**) Circulars of Harvard Coll. Observ., Nr. 121.

Die Sonnentätigkeit.

Alte Sagen nordischer und orientalischer Herkunft berichten von dem Magnetberge, der unter dem Spiegel des Meeres verborgen liegt und den Schiffen, die über ihn hinwegsteuern, verderblich wird, indem er alles Eisen aus ihnen an sich zieht und sie auseinanderfallen läßt. Wir haben es hier mit einer im Munde des Volkes übertriebenen Erinnerung an wirkliche Verhältnisse zu tun: es gibt solche unterseeischen Magnetberge, und wenn ihre Wirksamkeit auch nicht so intensiv zu Tage tritt, wie die Sage es schildert, so genügt sie doch, manchmal Leben und Sicherheit der Vorüberfahrenden zu gefährden, besonders wenn sie durch eine gewisse Art der Sonnentätigkeit vorübergehend erhöht wird.

Auf einen solchen Magnetberg weist Wilhelm Krebs in einer Arbeit über „gefährliche Kompaßstörungen und Sonnentätigkeit im Ostseegebiet" hin.*) Eine im Jahre 1898 in den finnischen Schären infolge der winterlichen Eisbedeckung mit voller Sicherheit ermöglichte und ausgeführte Vermessung stellte im Meeresgrunde zwischen den Inseln Ler Harun im Osten, Stenlandet und Orkobben im Südosten von Jussarö das Vorhandensein von fünf mehr oder weniger langgestreckten Feldern fest, innerhalb deren jedesmal mehrere Stellen das Nordende der Magnetnadel stark anziehen. Diese Gegend, in der die Schiffskompasse ein seltsames Verhalten, bis zu völligem Versagen der Nadel, zeigen, ist seit Jahrhunderten durch zahlreiche Schiffsuntergänge berüchtigt. Durch Taucher sind verschiedene Proben stark magnetischen Gesteins, hauptsächlich Magneteisenerz, emporgebracht worden. Es handelt sich um Magneteisenriffe, die im Meeresboden hauptsächlich von Osten nach Westen verlaufen, bei dem auf der Karte als Segersten bezeichneten Punkte auf nicht weniger als 1 Kilometer. Ihre Mächtigkeit kann hier auf 20 bis 30 Meter, ihre Tiefe im Meeresboden muß als sehr groß geschätzt werden.

Auch die magnetische Intensität war hier sehr groß; sie übertraf an einigen Stellen vierfach die Horizontalkraft des normalen Erdmagnetismus und vermochte bis auf 90 Meter nördlich vom Ausgehen der Erzlager das Nordende der Magnet-

*) Das Weltall, 8. Jahrg., 1908, Heft 24.

nadel direkt nach Süden umzudrehen. Die umgekehrte Anziehung, die der Südspitze der Nadel, kam regelmäßig im weiteren Umkreis dieser Felder zur Geltung, jedoch weit schwächer, als Folge der Anziehung der unteren, im Boden steckenden Enden der magnetischen Erzlager.

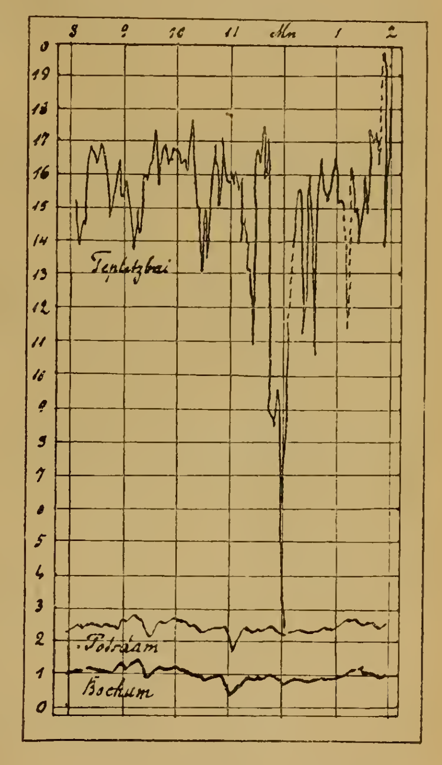
Die Entfernung, bis zu welcher Schiffskompasse in einer für die Schiffahrt verhängnisvollen Weise gestört werden, ist schon vor 50 Jahren näher bestimmt worden. Sie ist natürlich abhängig von dem zeitlich wechselnden Zustande des magnetischen Feldes und kann in Zeiten erdmagnetischer Störungen außerordentlich viel größere Beträge erreichen. Darauf führt vor allem der Nachweis, daß gewisse dieser zeitweise auftretenden Störungen eine Ortsbewegung von erheblicher Geschwindigkeit entlang der Erdoberfläche erkennen lassen. Denn der Vorübergang eines solchen zeitlichen Störungsfeldes an einem festliegenden Felde magnetischer Störung wie bei Jussarö läßt Induktionsverhältnisse *) erwarten, die geeignet sind, sowohl die örtliche als auch die zeitliche Störung in hohem Grade zu verstärken.

Die Richtung solcher Ortsbewegung magnetischer Störungsfelder war die der Sonnenfleckenbewegung, ungefähr aus Osten nach Westen, und auch die Geschwindigkeit gehörte der gleichen Größenordnung an, 2 Kilometer in der Sekunde. W. Krebs hat das an drei Fällen nachgewiesen, die sämtlich der Nachtzeit angehören, nämlich am 12. und 15. November 1905 und 9. Februar 1907 (s. auch Jahrb. VI, S. 17). Am Abend des 15. November 1905 wurden infolge der Sonnenfleckentätigkeit die von Stockholm ausgehenden schwedischen Telegraphenlinien durch elektrische Erdströme von solcher Stärke gestört, daß der Betrieb eingestellt werden mußte.

In dickem Schneetreiben bei schwerem Nordost gerieten ferner mehrere Schiffe gerade in diesem Teile der Ostsee außer Kurs. Der deutsche Dampfer „Nordstern", aus dem finnischen Meerbusen heimwärts steuernd, erlitt eine durch jene Sturmrichtung nicht zu erklärende Kursversetzung, d. h. Ablenkung von der nach dem Kompaß gesteuerten Richtung. Er scheiterte im Laufe der Nacht an Klippen nördlich von der Insel Gotland. Als Erklärung drängt sich geradezu die Vermutung auf, daß in einem der Störungsfelder des Schiffsweges die magnetische Deklination so stark beeinflußt wurde, daß die Kompasse eine Kursstörung veranlaßten. Sie wurde in dem Schneetreiben nicht eher bemerkt, als bis das Schiff rettungslos zwischen den Klippen steckte.

Eine Zu- oder Abnahme der erdmagnetischen Störungen von Jahr zu Jahr im Zusammenhange mit der Zu- und Abnahme der Sonnentätigkeit, gemessen an der Sonnenfleckenzahl, ist statistisch wahrscheinlich gemacht. Die drei oben bezeichneten großen erdmagnetischen Störungen ereigneten sich zu einer Zeit, da die Sonnentätigkeit durch Neu- oder Umbildung von Sonnenfleckengruppen ganz besonders rege erschien. Diese Neu- oder Umbildungen fanden überdies auf dem an jenen Tagen der Erde am meisten zugewölbten Teile des Sonnenballes statt, in der Nachbarschaft des Mittelpunktes der scheinbaren Sonnenscheibe.

Von diesem Gesichtspunkte aus gewinnt die am 11. September 1907 in der westlichen Nachbarschaft des oben geschilderten finnischen Störungsgebietes stattgehabte Strandung der russischen Kaiserjacht „Standart" besonderes Interesse. Am selben Tage nämlich entwickelte sich auf jenem



Magnetische Störungen 1. November 1903, Teplitzbai.

mittleren Teile der Sonnenscheibe aus unbedeutenden Anfängen eine sehr ansehnliche Sonnenfleckengruppe. Auch hatte sich kurz vor 5 Uhr mitteleuropäischer Zeit schon in der Frühe des 10. September eine magnetische Störung eingestellt, die besonders während der Nachtstunden zum 11. auf der Deklinationskurve sehr stark zum Ausdrucke kam.

Eine Kursirrung des „Standart" ist für diesen Unfall viel wahrscheinlicher, als die in der Presse vertretene Darstellung, daß merkwürdigerweise vergessen sein sollte, ein durch Meeresaufnahmen festgestelltes Felsenriff in die Seekarte einzutragen. Daß zur Zeit der Strandung in den Tagesstunden des 11. September die Störung der Deklination nicht mehr so bedeutend war, tritt dem gegenüber zurück.

*) Unter magnetischer Induktion versteht man die Erzeugung von Magnetismus durch Erregung eines Magnetfeldes.

Die entscheidende Kursirrung kann schon in den vorhergehenden Nachtstunden eingetreten sein.

Nach der physikalischen Seite weist der Fall noch eine besondere Eigentümlichkeit auf. Wie erwähnt, entwickelte sich die große Gruppe am 11. September 1907; die magnetische Störung setzte mehr als 34 Stunden früher ein und erreichte ihre erste Periode starker Bewegung noch mehr als 12 Stunden vorher. Eine zweite Periode starker Bewegung folgte allerdings auch in der Nacht vom 11. zum 12. Aus heliospektrographischen Aufnahmen ergibt sich eine Erklärung dieses physikalischen Rätsels. Aus ihnen geht nämlich hervor, daß die Rolle der Sonnenflecken lediglich eine sekundäre, markierende ist. Ihnen voraus gehen Ausbrüche hochglühender Gase, die die eigentlichen Träger der Sonnentätigkeit sind.

Wie sehr die von der Sonnentätigkeit hervorgerufenen magnetischen Schwankungen durch den Einfluß örtlicher Induktion verstärkt werden können, gelang W. Krebs noch an einem zweiten Beispiel nachzuweisen.*) Die Ziegler-Polarexpedition, die unter Führung Anthony Fialas von 1903 bis 1905 die Inseln des Franz Josef-Landes bereiste, unterhielt von Ende September 1903 bis Anfang Juli 1904 in Teplitzbai, auf der Rudolf-Insel, dem nordöstlichsten Landfleck Europas, eine erdmagnetische Station. Der Boden der Station besteht aus Basalt mit starkem Gehalt von Magneteisen. In eine der an sich sehr langweiligen Beobachtungsreihen fiel der Schlußteil der stärksten magnetischen Störung der letzten Jahre, beobachtet am 1. November 1903. Krebs verglich die Störungen der magnetischen Deklination zu Teplitzbai in dieser Zeit mit den gleichzeitigen zu Potsdam und Bochum, die an Stärke weit hinter der ersteren zurückblieben, und sah seine schon aus theoretischen Gründen verfochtene Meinung bestätigt, daß eine magnetische Störung, wenn sie in ein selbst schon kräftiges magnetisches Feld der Erdkruste eingreift, beträchtlich verstärkt wird.

Angesichts der bedeutenden Wirkung, die von den Sonnenflecken auf irdische meteorologische Vorgänge ausgeübt zu werden scheint, ist es begreiflich, daß einzelne Forscher diese rätselvollen Gebilde zum Gegenstande ganz besonderen Studiums gemacht haben. Da dieses Studium eine möglichst intensive Beobachtung der Sonnenoberfläche erfordert, so ergänzen sich ihre Beobachtungsergebnisse in wünschenswerter Weise. Zu den im vorigen Jahrbuche (VI, S. 17) angeführten Resultaten teilt Herr Prof. Dr. Epstein eine Reihe von Ergänzungen und Berichtigungen mit, aus denen hervorgeht, daß die Fleckentätigkeit der Sonne in den vorhergehenden Jahren noch weit beträchtlicher war, als dort angegeben ist. Auch einzelne Tage, die anderen Beobachtern als fleckenfrei erschienen, wie der 30. Juli 1905 und der 16. Juni 1906, zeigten noch mehrere Flecken, teils nur Kern, teils mit Hof. Der gewaltige Fleck vom 3. Juli 1906 wurde von Prof. Epstein schon am 28. Juni beobachtet, während der bis zum 29. Dezember desselben Jahres angegebene Rückgang der Sonnentätigkeit schon am 12. Dezember zu Ende war. Ein großer Fleck, der am 18. Dezember bereits den Mittelmeridian der Sonne passiert hatte, zeigte sich als immense Gruppe am 13. und 18. Januar 1907 und passierte den Zentralmeridian noch mehreremal, am 12. Februar, 11. März und 8. April, so daß dieselbe Gruppe also an fünf Rotationen teilgenommen hat.

Bahnen der Sonnenflecken 1907 Juli bis Dezember (nach E. Stephani).
Der eingezeichnete Durchmesser ist der Sonnenäquator.

*) Himmel und Erde, 20. Jahrg., Heft 12, 1908.

Während wir hinsichtlich der Sonnentätigkeit 1907 auf die Veröffentlichungen von Stephani*) und Epstein**) verweisen, sei hier noch einiger hervorragender Fleckenerscheinungen des Jahres 1908 gedacht. Auf gesteigerte Sonneneinflüsse der ersten Februarwoche, denen nach früheren ähnlichen Erfahrungen die ungewöhnlichen Wintergewitter im östlichen Mitteleuropa und die Unterbrechung des Telegraphenverkehres zuzuschreiben sein dürften, folgte seit dem 9. Februar der Vorübergang einer Fleckengruppe, die sich aus kleinen, beim Vorübergang im Januar noch fast verschwindenden Anfängen zu stattlicher Größe entwickelt hat.

Neue Wirbelerscheinungen bei hocherregter Sonnentätigkeit, ähnlich der erhöhten Tätigkeit des





Photographie einer Sonnenprotuberanz vom 21. Mai 1907. (Zwischen 1 und 2 liegen 50 Minuten.)

mittleren Juni 1907, stellte W. Krebs für die Zeit zwischen dem 30. Juli und 12. August 1908 fest.***) Es handelte sich jedoch nicht wie Mitte Juni 1907 nur um eine Fleckengruppe, sondern um vier Riesengruppen von Flecken, von denen jedenfalls zwei noch ausgeprägtere wirbelartige Bewegungen erkennen ließen als die eine Junigruppe 1907. Zwei Untergruppen des südwestlichsten und größten Riesenfleckes vom 6. und 7. August 1908 zeigten Bilder aufsteigender Wirbelbewegung, wie sie sich der Beobachtung durchs Auge im Fernrohr selten bieten.

E. Stephani, Besitzer einer Privatsonnenwarte in Kassel, führt seit Ende 1905 ein photographisches Tagebuch der rasch wechselnden Vorgänge auf der Sonne, indem er möglichst täglich eine oder mehrere Photographien von ihr in stets genau gleicher Vergrößerung aufnimmt. Die erhaltenen Negative werden mit meteorologischen und anderen Notizen, genauem Datum und laufender Nummer versehen, und die davon angefertigten Abbildungen füllen, da über 1300 brauchbare Platten vorliegen, bereits 15 Bände. Um das große Beobachtungsmaterial übersichtlicher zu gestalten, zeichnet Stephani den Ort der Flecken, welcher mit der Sonnendrehung fortschreitet, jeden Tag vermittels des Pantographen in einen Kreis, der den Sonnenumfang darstellt. So schrumpfen die Hunderte von Einzelbildern eines Jahres auf 36 bis 40 Figuren zusammen, die in übersichtlicher Weise Datum, Größe, ungefähre Form und scheinbare Bahn, Neuentstehen und Verschwinden von je 2 bis 6 Flecken, angeben.*)

Mit Hilfe seiner Photographien hat Stephani festgestellt, daß das alle 11 Jahre stattfindende Maximum der Sonnenflecken, das bereits 1906 überschritten sein sollte, noch heute andauert. Immer noch erscheinen neue große Flecken und Fleckengruppen, von denen eine im April 1908 auftretende fast den dritten Teil des Sonnenumfanges, also über 1 Million Kilometer, umspannte und stark verschiedene Bewegungen der einzelnen Flecken zeigte. Aus den Beobachtungen Prof. Epsteins**) erhellt, daß die Fleckentätigkeit der Sonne auch in 1907 eine sehr rege gewesen ist und überhaupt seit dem Maximum Mitte 1905 weder beträchtlich zu- noch abgenommen hat. Dagegen hat nach ihm seit September 1907 eine stetige Fleckenabnahme eingesetzt und bis zum Ende des ersten Quartals 1908 angehalten. Ob sie sich ungestört fortsetzen wird?

In engem Zusammenhange mit den Sonnenflecken stehen die Protuberanzen, die jedoch im Vergleiche zum Lichte der Sonne so schwach sind, daß sie im Fernrohr unsichtbar bleiben, außer wenn bei einer totalen Sonnenfinsternis das blendende Sonnenlicht durch den Mond abgeblendet wird. Diese Feuerzungen, die mit unglaublicher Schnelligkeit an der Sonnenoberfläche emporschießen, können Höhen von Hunderttausenden von Kilometern erreichen. Eine derartige Eruption vom 13. No-

*) Mitteil. der Vereinig. von Freunden der Astron. u. f. w., 17. u. 18. Jahrg.
**) Vierteljahrsschr. der Astron. Gesellschaft, 1908, Heft 3.
***) Astron. Nachr., Nr. 4270.

*) Mitteil. für Freunde u. f. w., Bd. 18, Nr. 18.
**) Vierteljahrsschr. der Astr. Gesellsch., 43. Jahrg., Heft 3.

vember 1907 hatte die enorme Höhe von 580.000 Kilometern. Mit Hilfe des Spektroskops ist es, wie Prof. S. A. Mitchell*) schildert, möglich, nicht nur ohne Schwierigkeiten den Sonnenofen mit allen seinen Flammenerscheinungen täglich zu studieren, sondern auch die Form dieser roten Flammen zu zeigen.

Es beruht dies darauf, daß die Protuberanzen aus enorm erhitzten Gasmassen bestehen, hauptsächlich aus Wasserstoff und Kalzium. Glühendes Gas gibt ein Spektrum von wenigen hellen Linien auf dunklem Grunde, im Gegensatze zu dem Sonnenspektrum, das viele feine, dunkle Linien auf hellem Grunde zeigt. Durch eine besondere Handhabung des Spektroskops kann man die Protuberanzen mit allen ihren Einzelheiten sehen, ohne daß man auf eine Sonnenfinsternis zu warten braucht. Und zwar kann man nicht nur die hervorschießenden Flammen mit bloßem Auge sehen, sondern sogar mittels der photographischen Platte eine dauernde Beobachtung derselben durchführen, obwohl das Licht der Sonnenoberfläche mehrere hundertmal heller ist als das der Protuberanzen. Zur Herstellung dieser Photographien dient der von Prof. Geo. E. Hale erfundene Spektroheliograph, der seine höchste Vollkommenheit durch die Kombinierung mit dem großen 100 Zentimeter-Fernrohr der Yerk-Sternwarte erreicht. Auf den mit Hilfe dieses Apparats gewonnenen Originalphotographien erscheint die Sonne, deren Durchmesser 1,391.000 Kilometer beträgt, als ein Kreis von 15·5 Zentimetern Durchmesser. Die Höhe der Protuberanzen läßt sich danach leicht berechnen.

Eine am Morgen des 21. Mai 1907 gemachte Aufnahme zeigte eine Protuberanz von ungewöhnlicher Größe im südwestlichen Quadranten der Sonne. Infolgedessen wurde so schnell wie möglich eine Reihe von Photographien aufgenommen, welche die Lebhaftigkeit dieser Naturerscheinungen gut erkennen lassen. Sie geben eine Vorstellung von der Schnelligkeit, mit der die Protuberanzen sich verändern, besonders wenn man in Betracht zieht, daß diese mehr als 165.000 Kilometer hoch war. Der Wechsel der Erscheinungen ging bisweilen mit einer Geschwindigkeit von 85 Kilometern in der Sekunde vor sich.

Bisher nahm man an, daß die Flecken durch die eigene Tätigkeit der Sonne entständen. Durch die Zusammenziehung des Sonnenkörpers sollen Wirbelstürme hervorgerufen werden, welche Teile des dunkleren Innern der Sonne bloßlegten; wobei zu bedenken wäre, daß die Sonne im Innern unbedingt heißer und also heller sein muß als ihre Gashülle. Nach einer zweiten Erklärung sollen mächtige Gasausbrüche stattfinden, die durch Abkühlung im kalten Weltraume Wolken und Schlacken bilden würden. Beim Zurückfallen auf die Sonne sollten diese allmählich wieder aufgezehrt werden. Nach dieser Annahme müßten die emporgeschleuderten dunkleren Wolken beziehungsweise Schlacken hoch über der Sonne schweben (wie die Protuberanzen), während die Flecken im Fernrohre und auf Photographien sich deutlich als Vertiefungen in der Photosphäre erkennen lassen.

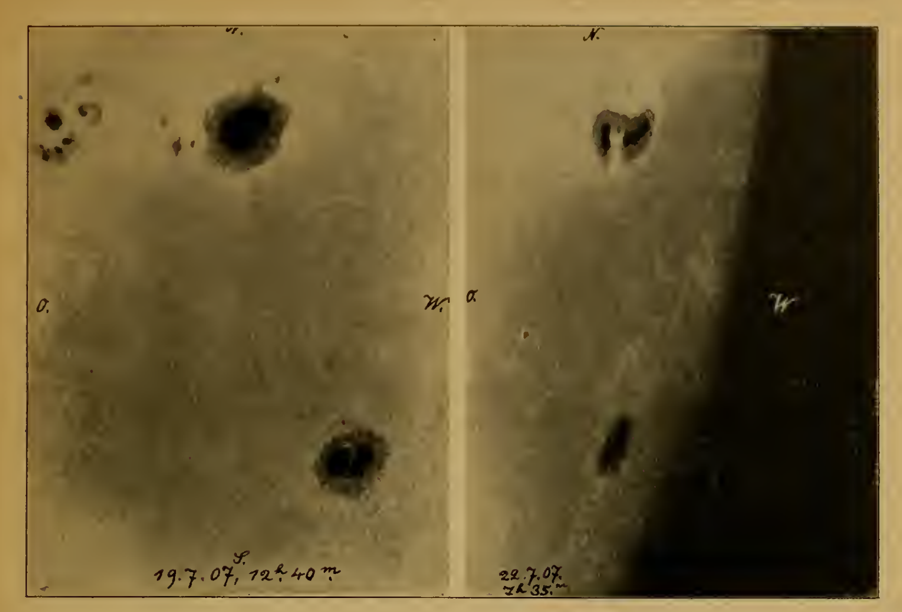
Mehr Wahrscheinlichkeit als diese beiden Deutungsversuche hat die schon im vorigen Jahrbuche (VI, S. 17) kurz angedeutete neue Erklärung der Sonnenflecken, für die jedoch allem Anscheine nach E. Stephani die Priorität in Anspruch nehmen kann, da er sie schon 1906 auf den Verhandlungen deutscher Naturforscher in Stuttgart vorgetragen hat.*) Stephani nimmt an, daß die Flecken durch kleine Weltkörper hervorgebracht werden, die der Sonne so nahe kommen, daß sie auf diese stürzen müssen, analog den Meteoriten, die von Zeit zu Zeit auf unsere Erde fallen. Ein Weltkörper von nur wenigen Kilometern Durchmesser, der für unsere Fernrohre in der Nähe der Sonne unsichtbar bleibt, muß in der ungeheueren Glut der Sonne in kurzer Zeit in Dämpfe verwandelt werden, die das ursprüngliche Volumen um mehr als das Tausendfache übertreffen. Solange diese Dämpfe sich nicht völlig mit der Sonnenmasse vereinigt haben, werden sie uns dunkler erscheinen als die Sonnenoberfläche. Sobald die beiden Körper einander näherkommen als auf das 2·44fache ihrer Halbmesser, wird die Eigenschwere auf dem kleineren aufgehoben. Der leichter flüssige Teil von ihm wird dann zuerst auf die Sonne stürzen, und zwar in schräger Richtung, während der Hauptteil weiter fliegt, indem er immer mehr in die Photosphäre eindringt. Nun stößt er an allen Seiten Dämpfe aus, da durch die größere Hitze allmählich auch die schwerer flüssigen Teile in den flüssigen und gasförmigen Zustand übergeführt werden. Da er nun durch seine eigene Gashülle geschützt ist, sind die Sonnengluten nur allmählich im stande, ihn völlig in Gas zu verwandeln.

Jetzt, da seine kälteren und dunkleren Gase einen bedeutenden Teil der Photosphäre verdrängen, ist er für uns sichtbar als Sonnenfleck. Hat er endlich die Sonnenwärme völlig angenommen, so wird er wieder unsichtbar. Das öfter beobachtete paarweise Erscheinen der Flecken und die Orientierung der Paare nach der Richtung der Fleckenbahn findet durch Ausstreuen der abgeschleuderten Teile in der Flugrichtung eine einfache Erklärung. Die starken Bewegungen innerhalb der Flecken senkrecht zu uns, die das Spektroskop anzeigt, sind die natürliche Folge der ungeheueren chemischen und physikalischen Vorgänge, die sich hier abspielen. Diese werden auch gewaltige Elektrizitätsmengen erzeugen, die genügen, um die während des Vorüberganges größerer Flecken beobachteten Nordlichter und Erdströme zu erklären.

Nehmen wir an, daß ein Meteorschwarm die Sonne umkreist, der an einer Stelle eine dichtere Anhäufung besitzt, so würde sich nicht nur das periodische Auftreten der Sonnenflecken, sondern auch vielleicht die Störungen im Laufe des Merkur erklären lassen, ohne daß wir nach einem intramerkurialen Planeten zu suchen brauchen (s. zu letzterem Punkte auch Jahrb. VI, S. 32).

*) Die Umschau, 12. Jahrg., Nr. 21.

*) Verhandl. Stuttg. 1906, Abteil. f. Astr. u. Geodäsie, S. 39.



Zwei Sonnenflecken des Juli 1907; ihr Vorrücken zum Sonnenrande innerhalb 67 Stunden (Photogr. E. Stephani).

Für das Vorhandensein einer verhältnismäßig niedrigen Temperatur der Sonnenflecken spricht der Umstand, daß neuerdings verschiedene Verbindungen darin nachgewiesen wurden, z. B. eine Wasserstoffverbindung des Kalziums, ein Titanoxyd, ein Magnesiumhydroxyd. Wichtige Aufschlüsse über die Natur der Sonnenflecken verspricht das Studium von Sonnenaufnahmen im Lichte der roten Wasserstofflinie H α, die kürzlich auf dem Mt. Wilson in Kalifornien gemacht wurden und die Existenz riesiger Wirbel in der Wasserstoffhülle der Sonne beweisen; diese Wirbel erwecken den Anschein, als würde das Gas durch die Sonnenflecken aus der ganzen Umgebung eingesogen.

Weltsplitterchen.

Zu den auch für den Laien interessantesten Erscheinungen am abendlichen oder nächtlichen Himmel gehören die Sternschnuppen und Meteoriten. Welchen Eindruck sie auf das empfängliche Volksgemüt jederzeit gemacht haben, dürfte zur Genüge daraus erhellen, daß, wie die Volksmeinung geht, man sich beim Erscheinen eines Meteors, so lange es leuchtet, stillschweigend etwas wünschen müsse, um der Erfüllung sicher zu sein, und daß die Meteoriten den Anlaß zu mancher abergläubischen und sagenhaften Vorstellung gegeben haben, ja hie und da sogar göttlicher Verehrung teilhaftig geworden sind.

Auch in diesen scheinbar so regellos im Weltall umherschwirrenden kleinsten Weltkörperchen Gesetz und Regel aufzuspüren, muß den Forscher reizen, und diesem Anreiz verdanken wir eine Abhandlung Prof. G. Tschermaks „Über das Eintreffen gleichartiger Meteoriten, deren Inhalt den Leser sicherlich fesseln wird.*)

Die Zahl der jährlich auf die Erde gelangenden Meteorite wird im mindesten auf 4500, nach anderen Berechnungen jedoch auf das Hundertfache dieser Zahl angenommen. Von all diesen einzeln oder in Schwärmen die Atmosphäre durchdringenden und mit der Erde sich vereinigenden Körpern kommt nur wenig in die Sammlungen. Die meisten Meteoritenfälle entziehen sich der Wahrnehmung, und die Produkte der wahrgenommenen werden nicht immer gefunden oder erst zu spät, um den Falltag und die begleitenden Umstände noch bestimmen zu können. So beträgt denn die Zahl der Meteoritenfälle des 19. Jahrhunderts, von denen Exemplare mit Angabe des Falltages und der Beschaffenheit aufbewahrt werden, nur ungefähr 320.

Von diesen haben ungefähr 270 die Beschaffenheit der Chondrite, d. h. es sind bronzit- und olivinhaltige Steine, die gewöhnlich kleine Kügelchen (Chondren) enthalten, mit der Dichte 3 bis 3·8. Leichter als sie sind die kohligen Meteoriten (Dichte 1·7 bis 2·9) und die feldspatführenden (3 bis 3·4), schwerer die silikatführenden Eisen (4·3 bis 7) und die Meteoreisen (7·5 bis 7·8).

Die Geschwindigkeit, mit welcher diese Körper in die Atmosphäre eintreten, übertrifft sowohl die der in geschlossenen Bahnen einherlaufenden Planeten als auch die der Kometen, denen parabelähnliche Bahnen zukommen, um ein bedeutendes, weshalb für die Mehrzahl der Meteoritenfälle eine

*) Sitzungsberichte der K. Akad. d. Wiss., 116. Band 1097, Heft 9 u. 10, Wien 1907.

hyperbolische Bahn anzunehmen ist. Demnach würden die Meteoriten, aus fernen Räumen anlangend, in das Sonnensystem eintreten und alle jene, die sich hier nicht mit der Sonne oder den Planeten vereinigen, würden diesen Raum wiederum und für immer verlassen. Da jedoch die Geschwindigkeit nicht immer annähernd bestimmt werden kann, so ist es nicht ausgeschlossen, daß es auch Meteoriten gibt, die sich ähnlich den Planeten in elliptischen Bahnen bewegen und in regelmäßiger Wiederkehr das Sonnensystem besuchen.

Den gleichen Charakter bezüglich der Bahn besitzen die unter Geräusch zerplatzenden Feuerkugeln, die im Wesen von den Meteoriten kaum verschieden sein dürften, wenngleich keine Reste oder Überbleibsel von ihnen gefunden werden. Auch die Erscheinung der Sternschnuppen, die ebenfalls als das Erglühen fester, in die Atmosphäre eindringender Körper aufgefaßt wird, ist eine ähnliche. Auch sie werden zum Teil hyperbelartige, zum Teil elliptische Bahnen wandeln.

Allgemein gilt als sicher, daß der Lichtstreif in der Atmosphäre von sehr kleinen Stücken fester Körper veranlaßt wird. Nach ihrem Auftreten zu schließen, sind sie teils unregelmäßig im Himmelsraume verteilt, zum Teil jedoch nach ihrem Eintritt in das Sonnensystem zu langgezogenen Schwärmen angeordnet. Was die Beschaffenheit dieser letzteren betrifft, so ist bemerkenswert, daß die großen Meteorströme eine gewisse innere Gleichartigkeit zeigen. E. Weiß, einer der ersten Kenner dieser Erscheinungen, bemerkt, daß die einzelnen Meteorströme ganz verschiedenen Charakter nach Farbe, Lichtschweif, scheinbarer Geschwindigkeit besitzen, daß aber die Sternschnuppen desselben Stromes der Mehrzahl nach dieselbe Leuchtkraft besitzen, woraus man den Schluß ziehen darf, daß hier ungefähr die gleiche Größe der Teilchen und die gleiche chemische Beschaffenheit vorherrscht. Eine Bestätigung dieser Wahrnehmung bieten die spektroskopischen Beobachtungen, da Browning in dem Schweife der Augustmeteore die gelbe Natriumlinie, in jenem der Novembermeteore ein kontinuierliches Spektrum ohne die gelbe Linie erblickte, und Secchi in diesen deutlich die Magnesiumlinien erkannte.

Alle diese Beobachtungen stützen die Ansicht, daß die zahllosen, im Weltraume verteilten kleinen Körper so angeordnet sind, daß sie zum Teil große Ströme von ungefähr gleichartiger Beschaffenheit bilden, und daß die voneinander verschiedenen Ströme auch verschiedene Bahnen verfolgen.

Über die stoffliche Beschaffenheit der Sternschnuppen wissen wir direkt nichts, können vielleicht aber mit Hilfe unserer Kenntnis der Meteoriten indirekt einige Schlüsse ziehen. Denkt man sich die seit vielen Jahrtausenden herabgefallenen Meteoriten zu einer Masse vereinigt, in der die spezifisch schwereren den Kern bilden, die übrigen nach abnehmender Dichte den Kern umgeben, so erbaut die Phantasie ein kugeliges Gebilde, das der Erde entsprechend zusammengesetzt ist, wenn man die Atmosphäre, das Wasser und die sedimentären Schichten der letzteren hinwegdenkt. Der Unterschied würde darin bestehen, daß auf der Erde noch eine äußere Schicht jener salzartigen Verbindungen existierte, deren Elemente im Meerwasser gelöst enthalten sind. Solche Verbindungen sind in einigen kohligen Meteoriten bloß in geringer Menge nachgewiesen worden. Spezifisch leichtere Stoffe scheinen im Sonnensystem eine größere Rolle als auf der Erde zu spielen. Das gilt schon für den Mond, noch mehr für die unteren Planeten, wie Jupiter, dessen mittlere Dichte nur 1·4, oder Neptun, bei dem sie 1·1 beträgt, während der Erde eine solche von 5·6 zukommt. Daraus läßt sich der Schluß ableiten, daß die aus fernen Himmelsräumen zu uns gelangende Spreu zum großen Teil ebenfalls aus Stoffen von geringer Dichte bestehe.

Zuerst könnte man an lockere staubförmige Massen denken, die im weiten Raume Wolken bilden. Solche könnten wie die Meteoritenschwärme in die Atmosphäre treten und sich hier zerteilen. Dafür würde ein Fund in dem bei der Challanger-Expedition emporgebrachten Meeresschlamm sprechen, der kleine, den eisenhaltigen Chondren vollkommen gleichende Kügelchen enthielt.

Ferner möchte man in den fernen Räumen auch Flocken jener pulverigen, salzartigen Verbindungen annehmen. In den kohligen Meteoriten sind außer dem Steinstaub auch Kohle und Kohlenwasserstoff zugegen. Beim Auflesen der Meteoriten von Pultusk wurden als Begleiter derselben Flocken von kohliger Beschaffenheit beobachtet. Für das selbständige Auftreten solcher Flocken spricht auch die von A. E. Nordenskiöld erwähnte Auffindung kohligen Staubes auf frischem Eis und Schnee in menschenleeren Gegenden.

Danach gewinnt die Vermutung Raum, daß Teilchen und Flocken von lockerer Beschaffenheit und scheinbar geringer Dichte, die aus verschiedenen Stoffen, wie Steinpulver, salzartigen Verbindungen, Kohle und Kohlenwasserstoffen bestehen, im Weltraume verbreitet sind und zum Teil stromweise in das Sonnensystem eintreten. Ein kleiner Teil derselben begegnet der Erde und tritt mit einer enormen Geschwindigkeit in die Atmosphäre. Die Partikel werden glühend, leuchtend und geben die Erscheinung der Sternschnuppen. Ihrer Zusammensetzung und lockeren Beschaffenheit zufolge verbrennen sie schon, bevor sie der Erde nahe kommen, und verteilen sich, indem sie Kohlensäure, Wasserdampf und einen feinen Staub zurücklassen. Demnach wäre das Material der Sternschnuppen bezüglich des Gefüges und zum Teil auch in chemischer Hinsicht von jenem der Meteoriten verschieden.

Die Anwesenheit solches meteoritischen Staubes in den höchsten Schichten der Atmosphäre hat möglicherweise auch den überaus glänzenden Dämmerungserscheinungen, die sich Ende Juni 1908 zeigten, zu Grunde gelegen. In der Nacht vom 30. Juni zum 1. Juli zeigte die Erscheinung sich als ein langgestreckter rötlicher Lichtbogen von solcher Stärke, wie sie sonst nur ein helles nahes Feuer am Himmel zu erzeugen vermag. Vielerorts, sogar zu Starya Donbossary in Bessarabien (Südrußland) wurde der Schein für ein Nordlicht gehalten. Doch war er sicherlich nicht ein solches,

da sich in seinem Innern keine merkliche Veränderung und durchaus nicht das für Nordlichter charakteristische Schießen von Strahlen und Aufzucken zeigte. Dr. Archenhold von der Treptow-Sternwarte bei Berlin*) weist darauf hin, daß wohl hauptsächlich zwei Annahmen für die Erklärung des Phänomens in Betracht kommen. Einmal könne man annehmen, daß durch die vulkanischen Ausbrüche der letzten Zeit äußerst feiner Staub und gasartige Verbrennungsprodukte in die höchsten Schichten der Atmosphäre getrieben worden sind, anderenteils könne aber auch eine Begegnung der Erde mit einer kosmischen Staubwolke das intensive Leuchten hervorgerufen haben.

Letzterer Ansicht, daß nämlich die leuchtenden Teilchen vielleicht kometarische Staubteilchen sein möchten, welche in den höheren Luftregionen von der Sonne direkt bestrahlt werden, ist auch der Astronom Torvald Köhl von der Karina-Sternwarte in Dänemark, der darauf hinweist, daß schon im Jahre 1858 und namentlich 1859 ein ganz ähnliches Phänomen stattgefunden haben soll, wie es sich 1883 und 1884 im Erscheinen der roten Nachtwolken darbot, die damals als „Nebelglühen" in ursächliche Verbindung mit der vulkanischen Asche des Krakatau gesetzt wurden. Beide Perioden sind durch Erscheinungen von großen Kometen ausgezeichnet (Donati, Cruls). Köhl erklärt es für wünschenswert, zu erfahren, ob in letzter Zeit, wie in Dänemark, auch anderswo viele größere Meteore aufgetreten sind. Dies scheint tatsächlich der Fall gewesen zu sein.

Dr. Archenhold erwähnt noch, daß ihm am Mittag des 30. Juni eine intesiv blaue Färbung des Himmels aufgefallen ist, ein Blau, das ihn an den Himmel in Böcklins „Gefilde der Seeligen" erinnerte und alles übertraf, was er an Himmelsbläue in unseren Breiten und in Italien beobachtet. Diese Beobachtung ist auch von anderer Seite gemacht worden. Nach dem heutigen Stande der Wissenschaft ist die blaue Farbe des Himmels die Folge eines mehr oder minder verunreinigten Mediums. Die beobachtete intensive Bläue deutet also nach Archenholds Ansicht ebenfalls darauf hin, daß Dunst, Staub oder Gasteilchen in ungewöhnlicher Zahl Ende Juni in die höchsten Schichten unserer Atmosphäre geraten sind.

Eine andere Erklärung dieser leuchtenden Abendhimmelerscheinungen in Verbindung mit anderen auffallenden und seltenen Lichterscheinungen im Jahre 1908 gibt Wilh. Krebs.**) Die Dämmerungen sowie der nach Bishop genannte Lichtkranz um die Sonne erinnern an die gleichen Zustände während der Jahre 1883 bis 1885. Damals wurden sie erklärt aus Staub- und Dunstmassen, die infolge der Explosion der Insel Krakatau in der Sundastraße am 27. August 1883 in sehr hohe Schichten der Atmosphäre gelangten und durch deren reißende Strömungen auf Jahre oben festgehalten und um das Erdenrund verbreitet wurden.

Eine ganz ähnliche Katastrophe, ebenfalls die Explosion einer Vulkaninsel aus verwandtem Material, wurde im November 1907 von einem amerikanischen Zollkreuzer nach Washington gemeldet. Das Schiff hatte in dem östlichen Aleutenarchipel die Insel Iwan Boyerlof, nach anderen Nachrichten die ihr benachbarte New- oder Perry-Insel, nicht wieder aufgefunden, während die Nachbarinseln metertief in vulkanischen Aschen begraben waren. Auf diese Katastrophe wäre wohl die vulkanische Asche, die am 6. Januar 1908 in Berlin und einigen anderen ostdeutschen Orten fiel, zurückzuführen. Schon im März 1908 glaubte W. Krebs daher die später wirklich eingetretenen Dämmerungserscheinungen erwarten zu können.

Diese Erscheinungen dürften um so stärker auftreten, da sie in eine Epoche treffen, die ohnehin zu seltsamen Lufterscheinungen in der Höhe der Atmosphäre neigt. Die britische und die amerikanische Expedition, die zur Beobachtung der Sonnenfinsternis des 3. Januar 1908 nach der Flintinsel im östlichen Pazifik gereist waren, hatten die Korona der verfinsterten Sonne als siebenstrahligen Stern gesehen; seit 1905 hatte er erst eine einzige Zacke verloren. Demnach scheint die schon damals ungewöhnlich gesteigerte Strahlungstätigkeit der Sonne erst wenig abgenommen zu haben. Die stets sichtbaren Folgen dieser Tätigkeit sind auf der Sonnenfläche die Fleckengebilde, in der Erdatmosphäre die ungemein fein gebauten Streifengestalten der Federwolken. Die überaus reiche Entwicklung dieser zarten Eisschleier der Hochatmosphäre in den Sommermonaten 1908 dürfte durch den vulkanischen Dunst und Staub in diesen sonst so reinen Luftschichten noch besonders gefördert worden sein. Jedenfalls sind die Bishopschen Kränze sowie die Sonnenringe und Nebensonnen auf die ungewöhnlich reiche Entwicklung der Eisschleier zurückzuführen. Ringbögen besonderer Art, die sich erst nach Sonnenuntergang durch das brennende Rot, in dem sie schimmerten, bemerklich machten, wurden bei Hamburg schon am 3. und 27. Juni, noch stundenlang nach Sonnenuntergang, dem Gange der Sonne in nördlicher Richtung folgend, bemerkt.

Nach der Betrachtung der Sternschnuppen wendet Prof. Tschermak sich zu der Entstehung der Meteoriten, die in der Form von Bruchstücken und Splittern in die Atmosphäre gelangen, und stellt eine vulkanische Theorie der Meteoritenbildung auf. Er geht dabei von der Ansicht aus, daß die vulkanischen Erscheinungen der Erde durch die Entwicklung der in dem metallischen Erdkern absorbierten Gase und Dämpfe hervorgebracht werden, indem diese bei der allmählichen Erstarrung des glutflüssigen Innern sich entbinden, und daß dementsprechend an kleinen kosmischen Körpern bei deren Abkühlung Eruptionserscheinungen von großer Heftigkeit auftreten würden. Die Erwägung aller dieser Umstände hat ihn schon vor Jahrzehnten dazu geführt, eine Anzahl kleiner Himmelskörper, die zwar einen erheblichen Umfang hatten, aber doch so klein waren, daß sie die durch Explosionen emporgeschleuderten Trümmer nicht mehr zurückzuziehen vermochten, als die Werkstätten der Meteoriten anzusehen. Durch wiederholtes Abschleudern von Bruch-

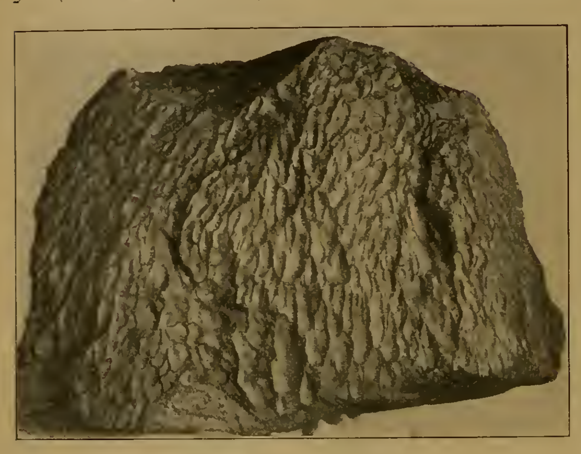
*) Das Weltall, 8. Jahrg., Heft 19. Astron. Nachr. Nr. 4262.

**) Das Weltall, 9. Jahrg., Heft 1.

stücken verloren jene Sternchen fortwährend an Masse, bis sie endlich größtenteils oder ganz in kleine Stücke aufgelöst waren, die nun in verschiedenen Bahnen den Raum durchziehen.

Diese Annahme unterscheidet sich bedeutend von der älteren Explosionshypothese, nach der die kleinen Weltkörper infolge heftiger Explosion als Ganzes zerplatzen und mit einem Male zertrümmert werden sollten. Dabei hätten denn doch außer kleinen Stücken auch sehr große Blöcke nach allen Richtungen verstreut werden müssen, so daß keine Schwärme von kleinen Stücken gebildet worden wären.

Der Auflösungs- und Zerteilungsprozeß der gedachten kleinen Himmelskörper vollzieht sich gemäß der vulkanischen Hypothese derart, daß immer, sobald sich eine Erstarrungskruste auf dem Sternchen gebildet hatte, diese durch die empordringenden heißen Gase zerkleinert, durch Stöße zerrieben, in Staub und kleine Stücke umgeformt und wieder zusammengefrittet, endlich durch stärkere Explosionen abgesprengt wird, und daß dieser Vorgang sich beständig wiederholt. Die erste Kruste besteht aus spezifisch leichteren Massen, die folgenden sind aus schwererem Material, bis endlich auch Krusten von Eisen gebildet, zersprengt, abgeschleudert und zerstreut werden. Die gleichzeitig abgesprengten Stücke würden, besonders im Anfange einer solchen Zertrümmerung, von gleichartiger Beschaffenheit sein. Die Auflösung solcher explodierenden Massen wäre in Gegenden außerhalb des Sonnensystems zu verlegen. Die abgesprengten Stücke treten verschiedene, mitunter auch geschlossene Bahnen an, es können mithin also regelmäßig wiederkehrende Schwärme entstehen. Alle so entstehenden, gleichzeitig gebildeten Meteoriten haben in ihrem Laufe den Explosionspunkt gemeinsam. Es könnten sich, wenn die hier angenommene Bildung der Meteoriten richtig ist, Schwärme von gleichartiger Beschaffenheit bilden, sowie sich ferner ergibt, daß Schwärme von verschiedener Beschaffenheit auch verschiedene Bahnen verfolgen. Diese Erkenntnis rechtfertigt den Versuch Tschermaks, einer Gesetzmäßigkeit des Erscheinens gleichartiger Meteoriten nachzuforschen.



Meteorit mit eigentümlich genarbter Oberfläche.

Aus dieser Untersuchung, auf deren Einzelheiten wir hier nicht eingehen wollen, ergaben sich folgende Sätze:

Werden von den Meteoritenfällen jene ausgewählt, die gleichartige, auch von allen übrigen unterschiedene Produkte liefern, so ergeben sich Regelmäßigkeiten bezüglich ihrer Knotenpunkte, d. h. ihres Entstehungsortes. Das Eintreffen der kalziumreichsten Meteoriten, der sogenannten Eukrite, läßt eine bestimmte Wiederkehr und zugleich eine regelmäßige Folge der Knotenpunkte erkennen, indem hier eine jährliche Verschiebung von 1° 36′ eintritt. Die Bahnberechnung für drei dieser Eukrite ergab unter Annahme von Störungen durch Himmelskörper außerhalb des Bereiches der bekannten Planeten nur die Möglichkeit einer gemeinsamen Herkunft dieser Meteoriten. Für einige Meteoriten, die sich den Eukriten anreihen, ergeben sich Regelmäßigkeiten in demselben Sinne, und eine Gruppe, deren Fallzeiten in die erste Hälfte des Dezember treffen, zeigt ein regelmäßiges Schwanken der Knotenstellen innerhalb bestimmter Grenzen.

Die Aneignung des letzten Teiles dieser gewiß noch recht schwankenden Ergebnisse, für deren sichere Begründung das Tatsachenmaterial viel zu gering ist, mag manchem Leser schwierig und undankbar erschienen sein. Wir kehren deshalb schleunigst auf den festen Boden der Tatsachen zurück und erzählen von einigen in dieses Kapitel gehörenden hervorragenden oder interessierenden Erscheinungen.

Über ein ungewöhnlich großes Tagesmeteor berichtet nach eigener Anschauung J. Tiedemann in Villa Guillermina, Prov. Santa Fé in Argentinien.*) Kurz vor Sonnenuntergang des 12. April 1908 (die Sonne stand vielleicht noch 3 bis 5 Grad über dem Horizont) fiel im Westen ein Meteor von der Größe des Mondes, so wie letzterer, 12 Tage alt, sichtbar war. Die Bahn ging ungefähr von Nordwest nach Südwest, der Ausgangspunkt lag etwa in 45, der Endpunkt in 15 bis 20 Grad Höhe. Mit fast sonnenlichtstarkem Scheine durchzog das Phänomen in etwa drei Sekunden die Bahn und schien am Endpunkte zu explodieren. Nach dem Verschwinden blieb die Bahn durch einen intensiv hellen Streifen gezeichnet, dessen Licht dem Mondscheine glich. Im dritten Stadium war der Anfangsteil des Streifens matt, der ovale Endteil ganz besonders hell. Nach Untergang der Sonne leuchtete die Bahn in weißem Mondlicht und ging allmählich in Rot und Dunkelrot über, um nach ungefähr einer Stunde

*) Mitteil. der Vereinig. von Freunden der Astron., 18. Jahrg., Heft 5.

ganz zu verschwinden. Das Wetter war absolut klar, frisch und ohne merkbaren Wind.

Die Himmelserscheinung erregte allgemeine Sensation; denn das starke Licht machte sich in allen Winkeln bemerkbar und jeder stürzte ins Freie, um zu sehen, was los sei. Für die Indianer war die Sache schnell erledigt, „se cayó una estrella", ein Stern ist niedergefallen, und damit basta! Nur ein alter Mann spann die Sache romantischer aus, er meinte achselzuckend: Was ist's? Die Sonne erwärmte sich für den Mond und, verliebt wie sie ist, kam sie nochmals herauf, um ihn zu betrachten; und wer weiß, was das Schriftzeichen (der Lichtstreifen) dort am Himmel zu bedeuten hat! Leider war die Aufregung so groß, daß niemand an die sehr gut mögliche Aufnahme der prachtvollen Erscheinung dachte.

Über eine auffallende Lichtwolke, in der wir wahrscheinlich ein besonders geartetes Meteor zu sehen haben, berichtet Prof. K. Wilhelm in Preßburg, wo er sich mit fünf Studierenden am 14. November 1906 auf der Plattform eines Daches befand.*)

20 Minuten vor 8 Uhr erblickte plötzlich einer südlich von den Plejaden eine auffallende „Lichtwolke", in der deutlich hellere Punkte zu unterscheiden waren, und die sich, von allen deutlich gesehen, westwärts bewegte. Ihr Flug ging südlich von den Sternen α, β und γ des Widders vorbei durch das Sternbild der Fische, den nördlichsten Teil des Wassermannes bis zum Sternbilde des Steinbockes, wo sie in der Nähe des Sternes ϑ Capricorni zu verschwinden schien. Die Lichterscheinung hatte eine gestreckte Form, etwa von der dreifachen Länge der Plejadengruppe. Die Helligkeit der Lichtpunkte glich ungefähr der von Sternen fünfter bis sechster Größe; es waren ihrer wenigstens fünf. Während des ganzen Fluges wurde keine Veränderung weder in der Helligkeit noch in der Gestalt der Lichtwolke oder des „Meteorschwarmes", wie man vielleicht besser sagen könnte, bemerkt. Die Dauer der Erscheinung wurde auf reichlich 8 bis 10 Sekunden geschätzt, die Geschwindigkeit der Fortbewegung glich etwa der eines sehr langsam dahinziehenden Meteors.

Ein merkwürdiges Verhalten zeigte eine von C. Birkenstock am 27. Mai 1908 ungefähr 12½ Uhr nachts beobachtete Feuerkugel.**) Dieses rötlichgelbe Meteor, heller als Venus, mit gelblich leuchtendem Schweife, war 8 bis 10 Sekunden lang sichtbar. Im letzten Teile seiner Bahn erlosch es dreimal, um nach sehr kurzer Zeit wieder aufzuleuchten. Es sprühten leuchtende Teile ab, und zuletzt zersprang die Kugel ohne vernehmbares Geräusch.

Eine prächtige Meteorerscheinung bot sich in den Dämmerstunden des 20. Februar 1908 den Bewohner der Provinzen Schlesien und Posen.***) Der scheinbare Ausstrahlungspunkt dieses großen detonierenden Meteors lag an der Grenze der (zu dieser Tageszeit noch nicht sichtbaren) Sternbilder der Zwillinge und des Luchses, und merkwürdigerweise befinden sich in dem Generalkatalog von Denning zwei Feuerkugeln vom 1. März 1899, deren Radianten mit demjenigen dieses Meteors wohl identisch sein dürften. Es gelangte ungefähr aus Ost unter einem Neigungswinkel von 38·5 Grad gegen die Erdoberfläche an, indem es über die Gegend 55 Kilometer nördlich von Breslau gegen Wohlau zog und, die Oder überschreitend, zwischen den Städten Liegnitz und Lüben hindurch bei Vorhaus, nach einer 106 Kilometer langen Bahn, seinen Endpunkt erreichte. Am Hemmungspunkte erfolgte eine spontane Auflösung des weiß bis grünlich schimmernden Meteors in mehrere Körperchen, und zwar unter gewaltiger Detonation, die mit scharfem Knall einsetzte und als starkes Donnerrollen geschildert wurde. Die Geschwindigkeit des Körpers betrug 44.8 Kilometer unter Berücksichtigung der Erdanziehung, die Bahn um die Sonne war eine Hyperbel mit starker Exzentrizität.

So langsam die Meteore auch vielfach sich bewegen, so bietet sich doch meistens nur durch reinen Zufall eine Gelegenheit, sie zu photographieren oder spektrographisch aufzunehmen. Ein solcher Zufall ereignete sich im Mai 1905 in Moskau, und am 12. August desselben Jahres gelang es Blajko in Moskau, ein zweites Meteorspektrum zu gewinnen, indem er den Spektrographen auf den Ausstrahlungsort des Perseidenschwarmes richtete. Diese beiden Spektra sind nun untersucht*) und als voneinander durchaus verschieden befunden worden, wenn es sich auch beidemal um reine Linienspektra handelte. Es war ziemlich schwierig, die Linien mit denen bekannter Elemente zu identifizieren. Bei dem ersten Meteor konnten mit Sicherheit neben den Wasserstofflinien solche des Kalziums, Natriums und Magnesiums festgestellt werden; im Spektrum des zweiten erschienen außer den Wasserstofflinien noch eine Thallium- und fünf Heliumlinien. Die ungleiche Zusammensetzung dieser beiden Meteormassen entspricht der durchaus verschiedenen chemischen Zusammensetzung der zur Erde gelangenden Meteoriten.

Beobachtungen des Meteorschwarmes der Perseiden sind im Jahre 1907 in Rußland und in Russisch-Asien geglückt. Da diese Beobachtungen an mehreren Orten gleichzeitig stattfanden, so gelang es, eine Anzahl Meteore von verschiedenen Punkten aus zu sichten und damit eine größere Sicherheit in der Angabe der Entzündungs- und Erlöschungshöhen zu erzielen.**) In Rußland wurde auf der Engelhardt-Sternwarte, der Kasaner Universitätssternwarte und im Dorfe Kowali, in Asien in Taschkent und Iskander gleichzeitig beobachtet.

Von den in Südrußland gesichteten 290 Meteorbahnen gehörten eine große Anzahl sehr heller Meteore am Horizont und an den Seiten allem Anscheine nach nicht zu den Perseiden; in Asien waren von der Gesamtzahl von 369 nur 65·6 Prozent Perseiden, und zwar nahm ihr Prozentsatz vom 10. bis zum 12. August zu. In Rußland,

*) Nat. Rundsch., 21. Jahrg., Nr. 48.
**) Astron. Nachr., Nr. 4261.
***) Mitteil. der Vereinig. von Freunden der Astron., Bd. 18, Heft 8.

*) Astrophysical Journal, Bd. 26 (1907), Heft 12.
**) Astron. Nachr., Nr. 4246 u. 4255.

wo am 11., 12. und 13. August beobachtet wurde, betrug die mittlere Höhe der Entzündung für die eigentlichen Perseiden 127 Kilometer und die des Erlöschens 86 Kilometer, Resultate, die denen vom Jahre 1906 entsprechen. In Asien ergaben sich als mittlere Höhe der Entzündung von 25 doppelt gesichteten Meteoren 167 Kilometer, als Erlöschungshöhe 96 Kilometer, doch ist hiezu zu bemerken, daß diese 25 Sternschnuppen teils Perseiden, teils andere waren. Auch unter den Nichtperseiden traten deutlich einzelne Ausstrahlungsflächen hervor. Im einzelnen waren Entzündungs- und Erlöschungshöhen natürlich sehr verschieden. Erstere reichten in Rußland von 442 bezw. 329 bezw. 283 bis zu 25 und 24 Kilometer, in Asien von 555 bezw. 432 bezw. 314 bis zu 50 und 38 Kilometer herab; die Erlöschungshöhen derselben Meteore waren 267 bezw. 128 bezw. 440 (höher als Entzündungspunkte) —217—35 (ebenfalls höher), in Asien 108—234—181—40 und 25 Kilometer. Helligkeit, Farbe und Geschwindigkeit der einzelnen Körper boten große Unterschiede dar. Bei zehn der russischen Beobachtungen ergaben merkwürdigerweise die anscheinend richtigen Berechnungen eine größere Höhe für den Endpunkt als für die Entflammungsstelle, bei den asiatischen stellte sich nichts derartiges heraus.

Über einen interessanten Meteoritenfall berichtet F. Berwerth in einer Junisitzung 1908 der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.*) Er erhielt im April aus Görz die Nachricht, im Bezirk Kanal gehe das Gerücht um, „am 31. März sei eine Kanonenkugel aus Italien über die nahe Reichsgrenze herübergeflogen und habe sich bei Avče in die Erde gebohrt. Die aufgefundene Eisenmasse, die auch ein Meteorit sein könne, sei vom Gendarmerieposten in Ronzina übernommen und an das Landesgendarmeriekommando in Triest gesendet worden". Es gelang glücklicherweise, den kostbaren Fund für die kaiserliche Meteoritensammlung des naturhistorischen Hofmuseums in Wien zu erwerben und damit für die Wissenschaft zu retten.

Dieser Fall, einer der sehr seltenen wirklich beobachteten, fand am 31. März 1908, $8^3/_4$ Uhr vormittags in nächster Umgebung des Dorfes Avče statt. Ein Insasse des Dorfes verrichtete etwa 40 Meter vom Fallorte entfernt seine Feldarbeit. Er hörte um die angegebene Zeit eine Detonation in der Luft und gleich darauf ein Pfeifen und Sausen, das mehr als 2 Minuten gedauert haben soll. Dann sah er auf einmal einen 5 Zentimeter dicken Ast eines Apfelbaumes abbrechen und unter dem Baume Erde aufstäuben. Erst nachmittags getraute er sich, in Gesellschaft eines anderen Dorfbewohners die betreffende Stelle aufzugraben, und fand dort etwa 30 Zentimeter tief das Stück, das dort allgemein für eine Kanonenkugel gehalten wurde. Am Himmel selbst hat er weder das Meteor noch eine Lichterscheinung gesehen.

Das Meteoreisen von Avče hat die Größe einer kleinen Mannesfaust und ein Gewicht von 1230 Gramm. Bis auf eine Fläche, auf der die Rhegmaglypten durch die Abschmelzung nicht weggewischt sind, ist das Eisen von glatt abgeschmolzenen Flächen begrenzt, die in stark abgerundeten Kanten zusammenstoßen. Aus der Gesamtgestalt läßt sich schließen, daß hier ein oktaedrisches Eisen vorliegt, das sich von einem größeren Eisenstücke nach Oktaederflächen losgerissen hat. Die Oberfläche ist von einer papierdünnen Brandrinde bedeckt, aus der an beschädigten Stellen das Eisen silberweiß hervorglänzt. Die Abschmelzung vollzog sich wie immer am heftigsten auf der Schneide der Kanten. Von ihnen fließt die dünne Schmelze nach beiden Seiten zur Mitte der Flächen ab, auf denen sie sich in breiten matten Streifen ausbreitet, die schubweise aufeinanderfolgen und sich wellenartig übereinanderschieben. Der in der Richtung des Fließens liegende Außenrand der Schmelzbänder ist meist von zierlichen, in eine Perle auslaufenden Schmelzfäden gefranst.

Seit 157 Jahren ist das Eisen von Avče der zehnte beim Niederfallen beobachtete und bekannt gewordene Eisenmeteorit, für Österreich-Ungarn in diesem Zeitraum der dritte (Meteoreisen von Agram 1751, von Braunau 1847).

Über die leuchtenden Meteorschweife, von denen einzelne, wie oben ein Fall erzählt ist, bisweilen gegen eine Stunde lang sichtbar sind, hat Trowbridge eine Untersuchung angestellt, deren Ergebnis nicht ohne Interesse ist.**) Er fand, daß die leuchtenden Streifen fast durchweg in durchschnittlich 87 Kilometer Höhe schwebten, was mit der mittleren Höhe des Erlöschens der Perseiden auffällig übereinstimmt. Die Dichtigkeit und Temperaturverhältnisse in dieser Höhe müssen also dem Auftreten der Erscheinung besonders günstig sein. Das dem Lichte einer elektrodenlosen Vakuumröhre ähnliche Leuchten ist in der Regel ein unter grüner oder gelblicher Färbung auftretendes Nachglühen der Luft, verursacht vielleicht durch die Rückkehr der Luft in ihren früheren Zustand, nachdem vorher infolge der starken Erhitzung durch das Meteor chemische oder physikalische Veränderungen stattgefunden hatten. Bisweilen mag das Leuchten auch durch Zurückwerfung des Sonnenlichtes von feinen, unvergasten Staubteilchen des Meteors verursacht werden. Weil die leuchtenden Gase oder Staubmassen zumeist die Form einer Röhre haben, welche die Bahn des Meteors umhüllt, erscheinen die Meteorschweife vielfach im Fernrohr als Doppelstreifen.

Das eigentümlich verschwommene, an Nordlichtschein erinnernde Leuchten, das gelegentlich bei reichen Sternschnuppenströmen in der Nähe der Ausstrahlungsfläche (des Radianten) beobachtet worden ist, führt Trowbridge auf die Bildung zahlreicher, einzeln nicht sichtbarer, ganz schwach leuchtender Schweife zurück.

Zu den Miniaturweltkörpern gehören außer den in diesem Abschnitte erwähnten auch noch die Teilchen, welche den Ring des Saturn bilden. Man führt auf diese winzigen Trabanten die Entstehung einer Gruppe der Planetenmonde zurück, eine Annahme, die uns im nächsten Abschnitt näher beschäftigen soll.

---

*) Anzeiger der K. Ak. d. W. in Wien, Jahrg. 1908, Nr. 15.

**) Astrophysical Journal, Bd. 26, Heft 9.

Die Entstehung der Monde.

Mit dem Geheimnis der Entstehung des Erdmondes sollen wir anscheinend noch nicht so bald fertig werden. Ist der Mond ein Kind der Erde, aus dieser geboren, wie es die im vorigen Jahrbuche (VI, S. 34) dargestellte Hypothese glaubhaft zu machen versucht — ist er ein in die Nähe des Erdballes verirrter und hier festgehaltener Fremdling, ähnlich den jüngsten Jupitertrabanten, die wahrscheinlich ehedem zu den Planetoiden gehörten? Entstand er als Ganzes auf einmal, oder verdankt er sein Dasein einer Anhäufung kleiner und kleinster Weltpartikelchen, die ihre offenbaren Spuren auf ihm hinterlassen haben? Das alles sind Fragen, über die vielleicht noch lange gestritten werden wird.

Auf eine exakte, durch umfassende Berechnungen gestützte Grundlage baut Prof. H. Martus seine Theorie der Mondentstehung auf.*) Er geht von der Gestalt der Ringgebirge aus. Weil diese in der Mitte der Mondscheibe nahezu kreisrund erscheinen, hält man auch die in der Nähe des Scheibenrandes gelegenen, elliptisch aussehenden für ungefähr kreisförmig und erklärt ihre Abweichungen von der scheinbaren Kreisform aus der perspektivischen Verzerrung, die den nach der Scheibenmitte gerichteten Durchmesser als den kürzesten erscheinen lasse.

Prof. Martus prüfte diese stillschweigende Voraussetzung durch genaue Messungen auf den besten Mondkarten und Reduktionsrechnungen für die dem Mondrande nahegelegenen Ringgebilde und sah sich für diese Arbeit durch die Auffindung höchst merkwürdiger Abweichungen von der Kreisform belohnt. Diese Abweichungen zeigten eine Gesetzmäßigkeit, dahingehend, daß die größten Durchmesser der Gebilde nach der Mitte der Mondscheibe hinweisen, die Ringgebirge also nicht nur scheinbar, sondern zumeist in Wirklichkeit ein Oval bilden, das zu dem durch die Perspektive erzeugten Umriß nahezu rechtwinklig orientiert ist. Wären die untersuchten Gebilde dagegen wirklich kreisförmig, oder wäre ihr in Wahrheit größter Durchmesser nicht in der Richtung nach der Scheibenmitte zu orientiert, so müßten sie uns noch weit mehr, als es der Fall ist, in die Breite gezogen erscheinen.

Diese Gesetzmäßigkeit in der Orientierung der Ovale glaubt Prof. Martus für die Ermittlung der Entstehungsweise der Ringgebirge benützen zu können. Da die Ringgebirge — so schließt er — um so gestrecktere Ovale sind, je entfernter sie vom Mondäquator liegen, so können sie nicht durch innere, vulkanische Kräfte aus dem kugelförmigen Körper herausgetrieben sein, sondern müssen durch Einwirkung von außen entstanden sein. So kommt er, wie Althans u. a. (s. Jahrb. V, S. 69), zu der Annahme, daß die zahllosen Ringgebirge des Mondes durch den Aufsturz fremder Körper in die noch plastische oder durch den Zusammenprall erhitzte und erweichte Mondoberfläche entstanden sind.

Abweichend von seinen Vorgängern, die ein ziemlich gleichmäßiges Aufstürzen aus allen Richtungen annehmen und deshalb die Aufsturzmassen für Meteoriten erklären, stellt Martus, gestützt auf die von ihm entdeckte Verteilung der Sturzrichtungen, die Annahme auf, daß diese kleineren Massen schon vorher zur Hauptmasse des Mondes in Beziehung gestanden sind und mit ihm seinerzeit einen die Erde umkreisenden Ring nach Art des Saturnringes gebildet haben. Die Mondkrater sind die letzten Spuren der Vereinigung der kleineren, zum anfänglichen Ringe gehörenden Körper mit der Hauptmasse, die sich durch Aufnahme aller kleineren Ringteilchen allmählich zu unserem Trabanten in seiner gegenwärtigen Gestalt entwickelt hat. Sicherlich hat diese Auffaugung der kleineren Körperchen geraume Zeit beansprucht, da sich die Ringgebilde in den verschiedensten Graden des Verfalles befinden, und da vielfach die kaum noch erkennbaren Reste älterer Gebilde dieser Art von jüngeren, noch jetzt wohlerhaltenen überlagert werden. Die hellen, besonders bei Vollmond deutlich erkennbaren Streifensysteme, die sich über große Teile der Mondoberfläche erstrecken, hält Prof. Martus für die Spuren der beim Aufsturz besonders großer Körper herausgepreßten Strahlen verflüssigten Stoffes, die in weitem Bogen zurückfielen. Das berühmte schnurgerade Quertal in den Alpen erklärt er für einen Streifschuß, den der Mond hier durch eine Kugel von mehr als 20 Kilometer Durchmesser erhalten habe. Die kreisähnlich geformten Mare, z. B. das Mare Crisium, seien Zeugnisse für den Aufsturz besonders großer Körper, die vor ihrem Sturze gewissermaßen Konkurrenten des Hauptkörpers waren.

Über die Beschaffenheit des ursprünglich zur Erde gehörenden Nebelringkörpers hat Prof. Martus auf Grund seiner Berechnungen folgendes ermittelt: Alle Stoffteilchen des Nebelringes liefen mit so nahezu gleicher Geschwindigkeit um die Erde, daß erst diejenigen, welche der Erde um 1000 Meter näher waren, eine kaum mehr als ein Millimeter größere Geschwindigkeit hatten; die auf benachbarten Bahnen nebeneinander sich bewegenden Teilchen waren für ihre gegenseitigen Abstände so gut wie unbeweglich, weder näherten, noch entfernten sie sich voneinander. Darin wurden sie durch die Schwerkraftanziehung der Erde gar nicht gestört, da diese ganz zum Herumführen der Teilchen in ihren Bahnen verbraucht wurde. Deshalb konnten die in der mittleren Bahn laufenden Stoffteilchen die sie rings umgebenden durch Massenanziehung sammeln. Bei den Teilchen von größerem spezifischen Gewicht erfolgte dies schneller. Indem die entstandenen Nebelbälle im Verlaufe sehr vieler Zeit durch gegenseitige Anziehung zusammenkamen, entstand allmählich die Hauptmondmasse. Die Breite des Nebelringes wird weniger als 12 Erdhalbmesser, also etwa 40 Mondhalbmesser, betragen haben.

Kugelförmige Massen, die sich in der erdnächsten Schicht des Ringes gebildet hatten und als kleinere Körper sich früher abkühlten, liefen in dem großen Abstande von 18 Mondhalbmessern innerhalb der Bahn des Hauptmondes etwas

---

*) Das Weltall, 8. Jahrg., Heft 4 bis 6 und 21 bis 24.

schneller als dieser herum. Sie werden mit dem Überschusse ihrer Geschwindigkeit in großen Zwischenräumen öfter an ihm vorbeigekommen sein, wobei seine Anziehungskraft den Abstand verminderte. Endlich mußten sie aus einem Abstand von noch mehreren Mondhalbmessern, durch des Hauptmondes Anziehungskraft beschleunigt, in großem Bogen zu ihm schwenken und nahezu rechtwinklig auftreffen oder sogar noch über den mittleren Längenkreis des Hauptkörpers hinweg zum Einsturze gelangen. So sind die Ringgebirge meist fast kreisrund geworden. Die Dicke des Nebelringes betrug gewiß nur wenige Mondhalbmesser, wenn sie auch nicht so gering geworden sein mag, wie jetzt die der Saturnringe ist, an deren Abflachung die Anziehungskraft der Sonne länger gearbeitet hat. Die Kugelmassen, welche aus den wenig über oder unter der Mondbahn befindlichen Nebelschichten erwuchsen, lieferten durch schräges Einfallen in höheren Breitegraden länglichrunde Ringgebirge.

Prof. Martus gibt zwei Beispiele dafür, daß auch aus großen Abständen innerhalb der Bahn des Hauptmondes ihm zusammengeballte Massen zugeflogen sind, nachdem er darauf hingewiesen, daß das breitere Ende der eiförmigen Figur die Stelle ist, welche die einschlagende Kugel zuerst getroffen hat.

Die Kugel von 30 Kilometern Halbmesser, welche das Ringgebirge Seleucus entstehen ließ, kam aus Südost. Sie gehört zu denen, die dem Hauptmonde in einer von seiner Bahn weit abstehenden Kurve mit größerer Geschwindigkeit nachliefen. Die Anziehung des Mondes hatte die Geschwindigkeit noch so sehr verstärkt, daß die Kugel, als sie diesseits des Mondes von rechts her in großem Bogen um seinen Schwerpunkt herumlaufen wollte, über seinen mittleren Längenkreis hinaus noch bis 66° West gelangen konnte und unter einem Einfallswinkel von etwa 32° einschlug.

Unter den Kugeln, die links vom Monde innerhalb seiner Bahn mit größerer Geschwindigkeit ihm vorauliefen und durch seine Anziehung erst so weit verlangsamt werden mußten, daß er sie einholen konnte, befand sich die Kugel von 85 Kilometern Durchmesser, welche das Ringgebirge Archimedes hervorrief. Sie traf kurz vor dem mittleren Längenkreise aus Westsüdwest unter einem Einfallswinkel von 29° ein.

Die einstürzenden Körper waren also keine Meteore, die als Fremdlinge in allen möglichen Richtungen aus dem Weltraume kommen, sondern Reste eines und desselben Ringstoffes mit dem Monde. In frühester Zeit erfolgte ihr Eintreten nur auf dem östlichen Teile der uns zugewandten Mondhalbkugel. Von den jenseits der Bahn des Hauptmondes sich bewegenden Bällen erreichte dieser die nächsten infolge seiner größeren Geschwindigkeit und sie drangen ein in die uns abgewandte Halbkugel, auch an deren Ostseite, also in das jener Eintrittsstelle entgegengesetzte Viertel der Mondoberfläche. Trotz dieses an gegenüberstehenden Seiten erfolgenden Zuwachsens behielt der Hauptmond Kugelgestalt, weil die sich vereinigenden Körper feuerflüssig waren. Von den innerhalb der Bahn mit größerer Geschwindigkeit nach links voranlaufenden Bällen kamen viele herum zu den rechts nachlaufenden, und so mußten auf der unsichtbaren Ostseite der Mondhälfte mehr Einstürze erfolgen als auf deren Westseite. Und in der Tat beträgt nach einer Abschätzung J. Schmidts die Anzahl der durch das Eindringen entstandenen Ringgebirge auf der Westseite 1080, auf der Ostseite aber 1500.

Deutliche Zeichen der Einstürze konnten erst stehen bleiben, nachdem der Hauptmond durch Abkühlung eine weiche Schale erhalten hatte. Daß diese Aufstürze in kleinen oder großen Zwischenzeiten nacheinander erfolgt sind, zeigt außer der Verwitterung mancher Ringgebirge die Umgestaltung älterer Kraterränder durch später eingetroffene Bälle; eine solche ist auf einigen Photographien gewisser Mondgegenden sehr deutlich zu erkennen. So ist aus den Gestalten der Ringgebirge die Entstehungsweise des Mondes abzulesen.

Merkwürdig erscheint es, daß auf einem Weltkörper von der Kleinheit des Mondes Erhebungen zu finden sind, die mit den höchsten der Erdoberfläche wetteifern können. In einer Arbeit über das Profil der Randpartien des Mondes*) gibt der Astronom E. Przybyllok eine Übersicht dieser Höhenverhältnisse des Randniveaus. Verfolgt man den Mondrand von Norden über Osten nach Süden, so trifft man zunächst auf eine steile Einsenkung von über 2200 Metern jenseits des mittleren Mondrandes, während sich diesseits des Randes der über 5 Mill. Quadratkilometer große Oceanus Procellarum als 1000 bis 2000 Meter tiefe Senke zeigt. Dann folgt beim Mondäquator, vorwiegend jenseits des Randes gelegen, ein Bergland von 3000 Metern Maximalhöhe, wobei einzelne Bergspitzen nicht berücksichtigt sind. Dieses Hochgebiet geht unmittelbar in eine östlich an die „Kordilleren" grenzende Einsenkung von 4100 Metern Tiefe über. Am mittleren Mondrande sind die Gegensätze kaum weniger schroff. Weiter südlich erhebt sich das Dörfelgebirge von über 2000 Metern Kammhöhe bis zu 8000 Meter Gipfelhöhe, von seinem Seitenstück, dem in einzelnen Punkten noch etwas höher ansteigenden Leibnizgebirge durch das sehr tiefliegende Südpolgebiet getrennt, das ein gegen seine Umgebung 5000 Meter tiefer Kessel zu sein scheint. Bei weitem nicht so tief eingesunken ist die Fläche um den Nordpol.

Auch für einen der Monde des Mars, den ihm entferntер laufenden Deimos, hat Prof. H. Martus rechnerisch erwiesen, daß er aus einem Nebelringe des Planeten entstanden ist.**) Für den näheren Mond Phobos läßt sich das gleiche nicht annehmen. Hätte Mars an Stelle, wo jetzt Phobos als Mond herumläuft, einen Nebelring gehabt, so müßte dieser, wie die Ringe des Saturn, noch jetzt fortbestehen. Wir müßten Mars im Fernrohre wie Saturn sehen, mit einem Ringe und einem außen herumlaufenden Mond, dem Deimos.

Mars ist also aus seinem Dunstballe auch nur mit einem Monde hervorgegangen. Phobos muß

*) Mitteil. der Sternw. Heidelberg, XI.
**) Das Weltall, 9. Jahrg., Heft 1.

ihm als fertiger Weltkörper zugeflogen sein. Das ließ schon der Umstand vermuten, daß er wegen seiner sehr großen Winkelgeschwindigkeit im Westen aufgeht, als einzige Ausnahme dieser Art. Phobos muß, wie der heutige Eros, dessen Bahn teilweise innerhalb der Marsbahn liegt, ein Planetoid gewesen sein; er kam, als er in seinem bisherigen Laufe in dem der Uhrzeigerbewegung entgegengesetzten Sinne mit wenig größerer Geschwindigkeit um den Mars herumschwenken wollte, diesem so nahe, daß die geringe Massenanziehungskraft des Mars ihn einfing und nötigte, fortan in elliptischer Bahn als Mond ihn bei seinem Laufe um die Sonne zu begleiten. Dem Planetoiden Eros geht es vielleicht später auch noch so.

Im Januar 1908 ist von Melotte ein achter Jupitermond entdeckt worden. Der sechste und siebente Jupitermond sind von Perrine am 3. Dezember 1904 und am 2. Januar 1905 auf photographischem Wege entdeckt, während der fünfte am 9. September 1892 von Barnard gefunden wurde. Auch von diesen vier Monden macht Prof. Martus es höchst wahrscheinlich, daß sie wie Phobos dereinst kleine Planetoiden gewesen sind. Für den fünften Mond wären nach der Berechnung die Geschwindigkeitsunterschiede des ihm zu Grunde liegenden etwaigen Nebelringes so groß, daß, wie der Saturnring zeigt, eine Mondbildung nicht hätte zu stande kommen können. Somit muß auch diese Kugel dem Jupiter als fertiger Weltkörper aus der Schar der Planetoiden zugeflogen sein.

Bei den drei anderen Monden (sechster, siebenter und achter) entscheidet für die Behauptung Prof. Martus' die von den vier alten Monden abweichende Größe ihrer Bahnelemente. Der Neigungswinkel ihrer Bahnebene gegen die Ebene des Erdäquators weicht von dem der vier großen Monde so erheblich ab, daß sie nicht wie diese aus Ringen des ursprünglichen Nebelballes hervorgegangen sein können. Ebenso abweichend ist die Exzentrizität ihrer Bahnen, der Abstand vom Jupitermittelpunkte, die Umlaufszeit, die beispielsweise beim vierten Monde nur $16^2/_3$ Tage, beim sechsten dagegen 251, beim achten sogar 931 Tage beträgt. So müssen also auch sie, wie der fünfte, als fremde Körper zu den vier ersten Jupitermonden getreten sein.

Vom Antlitz der Erde.

(Geologie und Geophysik.)

Der Erde Antlitz einst und heute. * Das Eiszeitphänomen und die Atlantisfrage. * Wie entstanden die Alpen. * Erdbeben und Vulkane.

Der Erde Antlitz einst und heute.

„Die Erde ist eine Kugel." Kein Schulsatz dürfte verbreiteter und unrichtiger sein als dieser. Hieße es allgemein: Die Erde ist keine Kugel: es läge mehr Wahrheit in dieser Verneinung als in jener Versicherung. Aber was ist sie dann? Ein Geoid, ein Sphäroid, d. h. ein erdähnliches, kugelförmiges Gebilde. Ersteres besagt gar nichts, letzteres herzlich wenig. Kein Wunder daher, daß bald, nachdem man die Unregelmäßigkeit des Geoids erkannt hatte, Versuche gemacht wurden, die vermutlich vorhandene Gesetzmäßigkeit in der wahren Gestalt der Erde zu erfassen. Eine Menge von Hypothesen wurden zu dem Zwecke hier aufgestellt, dort verworfen; sie gingen vorwiegend darauf aus, die Erdgestalt aus der Form eines Kristalls zu erklären. Vielleicht aber ist die Zeit, ein allgemeines Gesetz für die Erdgestalt aufzustellen, noch gar nicht gekommen, da die Arbeiten der Erdmessung, auf denen ein solches Gesetz sich erheben müßte, noch nicht abgeschlossen sind.

Die verhältnismäßig einfachste und aussichtsreichste unter diesen kristallographischen Theorien, die Tetraederhypothese des Engländers Lowthian Green, zieht neuerdings — sie erschien schon 1875 — die Aufmerksamkeit wieder auf sich. Dr. Th. Arldt*) hat versucht, ihr durch Änderungsvorschläge mehr Sicherheit und Wahrscheinlichkeit zu geben, und erläutert demgemäß zunächst kurz seines Vorgängers Gedanken.

*) Beiträge zur Geophysik, Bd. VII Heft 3; Geogr. Zeitschrift, Bd. XII, Heft 10.

Green vergleicht die Erde mit einem Tetraeder (regelmäßigen Vierflächner) und sucht dieses der Kugelform dadurch anzunähern, daß er



einmal an die Stelle der Kanten gebrochene Linien setzt und dann auf die Tetraederflächen sechsseitige Pyramiden stellt. Eine noch größere Annäherung an das Sphäroid läßt sich erzielen, wenn wir die Kanten und Flächen uns gekrümmt vorstellen, wie wir sie oft am ungeschliffenen Diamant wahrnehmen. So können wir jede beliebige Annäherung an die Kugelform erzielen. Einen solchen Körper nennt man seiner Form nach am besten ein Tetraedroid.

Wenn nun dieses auch nur wenig von der Sphäroidform abweicht, so müssen doch seine Flächenmitten dem Schwerpunkte näher liegen als die Ecken und Kanten. Infolgedessen wird auf den Flächen das Wasser sich sammeln, dessen Oberfläche sphäroidisch sein muß. Die Flächen werden zu Meeren, die Kanten und Ecken bilden Land. Da nun das Tetraeder der einzige regelmäßige Körper ist, bei dem jeder Fläche eine Ecke gegenüberliegt, so müssen bei einer tetraedrischen Form der Erdkruste Land und Wasser antipodisch*) verteilt sein. Das ist aber gerade einer der hervorstechendsten Züge im Antlitz der Erde, wie es am besten und kürzesten der Blick auf eine Karte der antipodischen Erdräume lehrt. Nur wenigen Landgebieten (etwa $^1/_{20}$ der ganzen Landfläche) liegt Land gegenüber, so dem südlichen Südamerika das südöstliche Asien, dem Grahamsland die Taimyrhalbinsel, dem südpolaren Viktoria- und Wilkeslande die nordamerikanische polare Inselwelt mit Grönland. Arldt führt in einer besonderen Arbeit**) aus, daß dieses antipodische Verhalten von Land und Meer nicht nur für die Gegenwart, sondern auch in der Vergangenheit Geltung besitze, wenn auch nicht stets in derselben Ausdehnung und für dieselben Gebiete. Wenn also die Erde überhaupt mit einem regelmäßigen Körper verglichen werden kann, so kann dies nur das Tetraeder sein.

Von den sechs Tetraederkanten läßt Green drei nordsüdlich verlaufen; er sieht sie in den Erdteilpaaren Nord- und Südamerika, Europa-Afrika und dem bis zum Oligozän durch einen Meeresarm davon getrennten Asien-Australien. Diese drei Paare weisen untereinander viele Ähnlichkeiten auf; nach Süden sind sie zugespitzt, im ganzen wie in einzelnen Teilen, eine Zuspitzung, die bei den Süderdteilen durch eine Einkerbung der Westküste noch erhöht wird; alle drei sind geteilt durch eine mittelmeerische Zone, die reich an Inseln und kreisförmigen tiefen Meeresbecken ist und ein Gebiet junger Faltungen, häufiger Erdbeben und lebhafter vulkanischer Tätigkeit darstellt; im Norden sind die Erdteilpaare breit entwickelt und stellen hier die Nordkanten des Tetraedroids dar. Diese borealen Kanten berühren den Parallelkreis 33°16′ nördl. Breite, so daß nördlich vom Äquator ein Massenüberschuß vorhanden ist. Nach der Verteilung von Land und Wasser und nach der Forderung der Symmetrie zur Erdachse muß eine der Ecken des Tetraedroids mit dem Südpol zusammenfallen. Die anderen drei liegen, da Green ein reguläres Tetraeder in Betracht zieht, auf 19° 28′ nördl. Breite, um je 120 Längengrade voneinander entfernt.

Greens Hypothese, die hier nicht weiter ausgeführt werden kann, erlaubt eine sehr vielseitige Anwendung und kann doch nicht völlig befriedigen, da sie zu viel Regelmäßigkeit auf der Erde voraussetzt. Das regelmäßige Tetraeder drückt nicht die wahre Verbreitung der Elemente des Erdreliefs aus. Bei ihm findet die Tatsache keine Erklärung, daß das Land um den Nordpol, das Wasser um den Südpol einen fast, beziehungsweise völlig geschlossenen Ring bildet. Bei einem regelmäßigen Tetraeder müßten alle Flächen und alle Ecken untereinander gleichwertig sein und die letzteren als vier große Inseln in ungefähr gleichen Abständen aus dem Meere auftauchen, wenn Land und Wasser in demselben Verhältnis wie jetzt stehen sollen. Ein regelmäßiges Tetraedroid ist auch gar nicht zu erwarten, da die Erdkruste nicht homogen ist. Daher sind vielfache Abänderungsvorschläge gemacht, denen Dr. Arldt unter Verwertung der bisher gefundenen Resultate einen neuen hinzufügt.

Arldt nimmt für die Ecken des Tetraeders nicht mehr Punkte, sondern Flächen an, also stark abgestumpfte Ecken, von denen er die eine im Südpolargebiete sieht. Die drei anderen sucht er zwischen 50 und 70° nördl. Breite, wo wir in ungefähr gleichen Abständen die uralten Massive des kanadischen und skandinavischen Schildes sowie das sibirische Zentralmassiv sehen, das vom Eismeer bis zum Baikalsee, vom Jenissei bis über die Lena hinaus reicht. Diese Massive sind in ihrer Gesamtheit als Eckflächen anzusehen.

Betrachten wir auf dem durch diese vier Eckflächen markierten Tetraedroid die Verteilung von Land und Wasser, so ordnen sie sich ihrer Größe nach wie die entsprechenden Ozeane. Die gekrümmte Schnittlinie der tetraedrischen Litosphäre (festen Erdkruste) und der sphäroidischen Hydrosphäre berührt auf der dem Mittelpunkte fernsten arktischen Fläche die Tetraederkanten nicht, wir haben hier ein rings von Land umschlossenes Wasserbecken; auf den größeren Seitenflächen dagegen krenzt die Schnittkurve die Kanten, die Wasserbecken stehen in Verbindung und bilden um die südliche Ecke einen geschlossenen Wasserring um 60° südl. Breite, von dem die Ozeane sich nach Norden erstrecken. Dabei müssen sie sich verschmälern und in stumpfem Winkel enden, während die Kontinente sich scharf nach Süden zuspitzen. In Wirklichkeit allerdings sind die Züge des Erdreliefs viel verwickelter, als daß sie auch durch ein ungleichseitiges Tetraeder völlig erklärt werden könnten.

Dennoch hat es viel für sich, wenn Arldt zum Schlusse die Ansicht ausspricht, daß die Tetraedertheorie, so sonderbar sie zuerst anmutet, sich den großen Zügen des Erdreliefs recht gut anpasse. Durch die tetraedrische Form der Erde ist die antipodische Lage von Land und Wasser bedingt, durch sie ist die dreiseitige Symmetrie der Erde sowie die Zuspitzung der Festland- und Ozeanflächen verursacht. In ihr haben der Land- und Wasserring ihren Grund. Sie läßt uns Regelmäßigkeiten im Zuge der Gebirge sowie in der Verteilung der alten Massive erkennen, sie erklärt die geringere Abplattung des Südpols und andere Unregelmäßigkeiten des Erdantlitzes, an denen wir hier vorübergehen müssen.

Mit der regelmäßigen Gestaltung der Erdoberfläche beschäftigt sich auch Prof. W. Deecke, der bei Betrachtung und Ausmessung der geologischen Karten ein Grundgesetz der Ge-

---

*) Als Antipoden (Gegenfüßler) bezeichnet man die Bewohner von Erdgegenden, die an den beiden entgegengesetzten Enden irgend eines Erddurchmessers liegen, z. B. Spanier und Neuseeländer.

**) Beiträge zur Geophysik, Bd. IX, Heft 1.

birgsbildung gefunden zu haben meint.*) Er setzt zunächst auseinander, wie der Rhythmus, der anscheinend in der Erdkruste nachweisbar ist, sich auf diesen Karten äußert. Er nimmt an, daß die Erdoberfläche durch Zusammenziehung ähnlich wie die Basalte in eine Anzahl von großen Sechsecken zerlegt sei, die selbstverständlich nicht gewöhnliche, sondern von Kugelflächen und Kreisen begrenzte Sechsecke sein müssen, also sphärische Gebilde. Die Prüfung dieser Annahme wird an den Erscheinungen des Vulkanismus versucht, indem messend eine gewisse Regelmäßigkeit in der Verteilung der Vulkane und in ihren Abständen voneinander nachgewiesen wird.

Prof. Deecke zeigt an einer großen Anzahl von Beispielen, daß die Vulkane unter sich in regelmäßigem System angeordnet sind, und daß sie zu den Hauptküstenformen der Erdteile in ausgesprochener Beziehung stehen. Diese Beziehung kann nach seiner Ansicht nur durch ihren Ursprung erklärt werden. In einem bestimmten Gebiete sind die vulkanischen Ausbruchsstellen einander etwa in der Weise zugeordnet, daß sie durch das einfache sphärische Sechsecksystem, von einem beliebigen Vulkan ausgehend, zu fassen sind.

Eine zweite, von einem anderen Gesichtspunkte ausgehende Messungsmethode ließ erkennen, daß die regelmäßigen Winkel von 60, 120 und 90 Grad in der Verteilung der Vulkane auf der Gesamterde sicher eine wichtige Rolle spielen, ferner daß gewisse Eruptionspunkte, wie Island, Hawai, die Galapagosinseln, eine bevorzugte Stellung einnehmen und andere auf sich beziehen lassen. Außerdem hat sich herausgestellt, daß die Vulkanzentren in auffälliger Beziehung stehen zu den Formen der Festländer, und umgekehrt, daß die Gestalt der großen Festländer Vulkane in regelmäßiger Lage zu den Küstenwinkeln ergibt.

Die Erklärung dieses Phänomens findet Deecke in der uralten sechsseitigen Zerklüftung der Erdkruste. Wir hätten anzunehmen, daß eigentlich Kreiszylinder, die sich gegenseitig durchschneiden, entstanden sind. Durch Spannungen in der Durchschneidungszone entstehen dann die Kontraktionsspalten. Zur Erläuterung dieser Erscheinungen auf der früheren Erdoberfläche zieht Prof. Deecke den Mond heran, dessen Hunderte von Kilometern lange Rillen er für Wunden, für alte Kontraktionsrisse hält, aus denen früher große Massen von glutflüssigem Material oder von Gasen emporgestiegen sein werden. Auf der Erde seien die entsprechenden Risse durch atmosphärische Einflüsse, durch Wasser, Brandung und Anschwemmung verwischt und ausgefüllt, bis auf die allerbreitesten.

Aber in der Tiefe muß dieses alte Zerspaltungsnetz erhalten bleiben, ja durch weitere Abkühlung noch vertieft und erweitert werden. Diese Klüfte sind dann auch die vorgezeichneten Punkte für den Austritt des Magmas, der glutflüssigen Masse der Tiefe. Erweitern sich diese Klüfte, so sinken die Ablagerungen, welche die Risse oberflächlich zudeckten, ein, und wir erhalten Gräben nach Art des Oberrheintales, des Roten Meeres, der ostafrikanischen Seen (der von Antakie über Cölesyrien, das Ghor, das Rote Meer und die eigentliche ostafrikanische Senke bis zum Schire reichende, etwa 6500 Kilometer lange Graben), und in Verbindung damit natürlich vulkanische Erscheinungen. Die ganz großen Klüfte beherrschen demgemäß die Form der Kontinente, deren randliche Bogen und Vulkanketten damit ebenfalls einfach erklärt sind.

Die geographische Lage einer besonderen Art von Klüften, der in den Ozeanen verborgenen abgrundtiefen oder abyssischen Gräben, untersucht Dr. Th. Arldt.*) Es lassen sich solcher Ozeangräben etwa acht feststellen: die Marianentiefe (9636 Meter), die Tonga-Kermadektiefe (9427), die Philippinentiefe (8900), die Jungferntiefe bei Puerto Rico (8526), die Tuskaroratiefe mit dem Aleuten- und dem Kurilengraben (8515), die Atacamatiefe (7635), die Riukiutiefe (7100) und die Sundatiefe (7000), nebst einigen nicht so bemerkenswerten.

Diese abyssischen Gräben liegen mit einer Ausnahme, die Romanchetiefe in der Nähe des südatlantischen Walfischrückens (Ascension), nicht inmitten der Ozeane, sondern an ihrem Rande, nämlich direkt an der kontinentalen Küste (Atakamatiefe) oder zumeist an den diesen vorgelagerten Inselzügen, die als ursprünglich kontinental aufgefaßt werden müssen oder mindestens mit dem benachbarten Kontinentalgebiete einheitlichen Ursprunges sind, wie die Marianen und der Tongainselzug. Infolge dieser Randlage sind sie durchweg unsymmetrisch, indem sie auf der ozeanischen Seite nur bis zu Tiefen von 4000 bis 5000 Metern ansteigen, während ihr Abhang sich auf der kontinentalen Seite meist noch hoch über den Meeresspiegel als Gebirgsrand fortsetzt, da die ozeanisch-abyssinischen Gräben fast durchweg parallel mit benachbarten jungen Faltengebirgen laufen.

Diese Nachbarschaft setzt die Gräben noch zu anderen Erscheinungen in Beziehung, nämlich zum Vulkanismus und zu den Erdbeben. Aber obwohl sie in unmittelbarer Nachbarschaft tätiger Vulkane liegen, sind doch auch sehr bedeutende Vulkangebiete (Hawaii, Island) fern von ihnen gelegen; sie dürften also nur verschwisterte Erscheinungen sein, die beide in Gebirgsbildungsvorgängen ihre Ursachen haben. Und das gleiche gilt auch wohl von den Erdbeben, die allerdings in der Nachbarschaft der abyssischen Gräben durchweg zahlreich und heftig auftreten.

Gegenwärtig stellen die abyssischen Gräben ein insonderheit pazifisches, dem Großen Ozean eigenes Element des Erdreliefs dar. Die Jungferntiefe im Atlantischen, die Sundatiefe im Indischen Ozean schließen sich ebenfalls an Küsten von pazifischem Typus an. An einer Küste von atlantischem Typus finden wir nirgends einen Graben entwickelt. Sechs von den oben angegebenen finden sich an der Westseite der Ozeane, und zwar die tieferen, längsten und breitesten; sie liegen hier in der Nachbarschaft von Zerrungsbogen der Erdrinde, verlaufen in

*) Neues Jahrb. der Mineral., Geol. u. Pal., Jahrg. 1908.

*) Globus, Bd. 93, Nr. 4.

jungen Faltengebirgen und gehen damit Zonen starker Erdbeben- und Vulkantätigkeit parallel; sie stehen also zu den Geosynklinalen (Erdmulden) beziehungsweise den großen Schwächezonen der Gegenwart in engen Beziehungen.

Arldt erklärt mit Emerson diese abyssischen Gräben als gewissermaßen durch Zerreißen der Erdkruste infolge der Spannung zwischen dem aufsteigenden Lande und dem sinkenden Meeresgrunde entstanden, und da das Land nach diesen Senkungsstellen sozusagen abfließt, so ist es nicht wunderbar, daß die Auffaltung sich auch vom Lande her in die Gräben hinein erstreckt. Allerdings sind nicht alle Gräben als Zerrungserscheinungen infolge ostwärts strebender sinkender Schollen zu erklären. Die westamerikanischen vier Gräben und der ozeanische Typ der Romanchetiefe dürften andere Ursachen haben und der letztere vielleicht im Zusammenhange mit dem seit Anfang der Tertiärzeit erfolgten Einbrechen der Landbrücke zwischen Südamerika und Afrika stehen.

Das Eiszeitphänomen und die Atlantisfrage.

Der Gesichtspunkt, unter dem sich diese beiden scheinbar so weit auseinander liegenden „Fragen" zusammenfassen lassen, ist die Pendulationshypothese von Reibisch und Simroth. Diese Theorie, die unseren Lesern seit ihrem Erscheinen zu wiederholten Malen nahegebracht worden ist, hat von seiten Prof. Simroths eine umfassende, alle nur möglichen Anwendungen und Einwände berücksichtigende Darstellung erfahren und ist auch von seiten ihres geistigen Vaters, des Ingenieurs Reibisch, noch verschiedentlich wieder beleuchtet worden, zuletzt in einer kleinen Arbeit über die Eiszeit,*) die uns hier beschäftigen soll.

Die Klärung des Eiszeitphänomens ist nach Reibisch wesentlich erschwert worden durch die Annahme, als sei die Eiszeit vom Pole aus nach dem Äquator vorgedrungen. Diese Anschauung wurde dann zunächst auch auf anderweit festgestellte Glazialvorkommen ausgedehnt und damit stillschweigend verallgemeinert. Wenn man von der Gegenwart ausgeht, so ergibt sich zunächst, daß die Erdoberfläche auch jetzt noch Gebiete aufweist, die sich im Zustand einer wirklichen Eiszeit befinden. Das sind einerseits die dem Nordpol zunächstliegenden Gebiete Nordamerikas, sowie Grönland, Spitzbergen, Franz Josef-Land und die Neusibirischen Inseln, anderseits die Landmassen am Südpol. Alle diese Gebiete haben aber in früheren geologischen Perioden eine reiche Vegetation besessen, was durch zahlreiche Funde von Versteinerungen erwiesen ist. Während diese Tatsache für die arktischen Gegenden schon lange bekannt ist, hat sie für das antarktische Gebiet erst durch die Entdeckungen der schwedischen Südpolarexpedition von 1901 bis 1903 eine ausreichende Bestätigung gefunden, weshalb wir bei diesen Funden einen Moment verweilen.**)

*) Ein Gestaltungsprinzip der Erde. III. Mitteil. des Vereines für Erdk. 1907, Heft 6.

**) Neger, Fossile Pflanzenreste im antarkt. Gebiete. Naturwiss. Wochenschr., Bd. VII (1908), Nr. 27.

Die schwedischen Forscher fanden, früheren vereinzelten Spuren nachgehend, an zwei Stellen des von ihnen erforschten Südpolargebietes zahlreiche Pflanzenabdrücke, in der Hoffnungsbucht am Antarktissund und auf der Seymourinsel (östlich der James Roß-Insel). Die am ersteren Orte entdeckten Pflanzenreste sind nur Gymnospermen (Nacktsamige, d. i. Nadelholzgewächse und Verwandte) und Pteridophyten (Gefäßkryptogamen, Farngewächse), sie gehören der Juraperiode an. Auf der Seymourinsel fand O. Nordenskjöld einen pflanzenführenden Sandstein von bedeutend jüngerer, nämlich tertiärer Herkunft, in dem die Reste einer reichen Flora begraben liegen.

Diese untergegangene Pflanzenwelt der Seymourinsel weist nahe Beziehungen zu zwei gegenwärtigen Florengebieten Südamerikas auf, zur gemäßigten Flora des südlichen Chile und noch mehr zur subtropischen Pflanzenwelt Südbrasiliens. Diese beiden Floren scheinen auf der Insel gleichzeitig und nebeneinander existiert zu haben, und zwar so, daß die Flora gemäßigten Charakters die Höhen, die subtropische das Tiefland bewohnte, ähnlich wie man es heute noch im südlichen Chile beobachten kann. Daß die beiderlei Formen ein gemeinsames Grab in den später zu Stein gewordenen Sandlagern gefunden haben, erklärt sich ganz ungezwungen dadurch, daß die Blätter der auf den Höhen wachsenden Bäume von Bächen nach dem Meeresufer transportiert und hier mit den Blättern der subtropischen Formen vermengt wurden. Zur Flora Australiens und Neuseelands hat die Flora der Insel so wenig Beziehungen (nur mittels einer einzigen Proteazeenart, Knightia), daß man daraus wohl den Schluß ziehen darf, daß die Landverbindung zwischen der Antarktis und dem australischen Weltteile schon frühzeitig, nämlich vor der Tertiärzeit, aufgehoben war; in der Jurazeit bestand diese Verbindung noch.

Unter den gegenwärtigen Breiten ihres Fundortes können sich derartige Floren keinesfalls entwickelt haben. Aus der jetzigen geographischen Lage dieser Gebiete ergibt sich als zweiter Gesichtspunkt die Zweipoligkeit (Bipolarität) des Eiszeitphänomens, und es liegt keinerlei Grund vor, diese Bipolarität der gleichartigen Zustände in der geologischen Vergangenheit anzuzweifeln.

Die in Europa zuerst angestellten wissenschaftlichen Untersuchungen ließen es als ausgemacht erscheinen, daß die Eiszeit ein von Norden ausgehendes Ereignis sei, ebenso wie daß die Eiszeiten durch Vergrößerung der polaren Eiskappen zu erklären seien. In Nordamerika seit 1893 gemachte Beobachtungen verlangen jedoch eine veränderte Auffassung des ganzen Eiszeitphänomens. Hier stellte sich nämlich heraus, daß während der Diluvialzeit die Vergletscherung von West nach Ost vorgerückt sei und daß sich später auch in demselben Sinne das Abschmelzen in den vergletscherten Gebieten vollzogen habe. Diese Beobachtung steht in geradem Gegensatze zu dem, was wir über den Verlauf der Eiszeit in Europa wissen. Wie sind diese Gegensätze in Einklang zu bringen?

Am Nordpol fällt der Kältepol gegenwärtig nicht mit dem Rotationspole zusammen; wir finden hier im Januar zwei Kältepole, einen in Nordsibirien, Werchojansk, den anderen im nördlichen Grönland. In beiden Fällen sind es große Kontinentalmassen, die das Auftreten dieser Kältepole abseits des Rotationspoles verursachen. Am Südpol dagegen, wo die Antarktis zweifellos ein Festland bildet, dürfte der Kältepol wohl mit dem Rotationspole ungefähr zusammenfallen.

Während des Diluviums müssen aber die Kältepole eine andere Lage gehabt haben, und auch diese ist im Verlaufe der Diluvialperiode nachweislich nicht immer die gleiche geblieben. In Nordamerika muß nach dem oben Gesagten ein Kältepol, von der Behringstraße etwa ausgehend, langsam längs der Nordküste Amerikas bis Grönland gewandert sein, wo er sich heute noch befindet. Für das Europa der Eiszeit ist dagegen das Vordringen eines Kältepoles von Norden her anzunehmen. Bei der gegenwärtigen Gestaltung der Polarmeerküsten und der jetzigen Lage des Rotationspoles wäre eine solche Lage der nördlichen Kältepole allerdings nicht denkbar, und wir müssen zur Erklärung ihres Wanderns eine allmähliche Verlegung des Rotationspoles oder ein Wandern der Massen als Ursache jener Erscheinung ins Auge fassen.

Mit der Annäherung eines Kältepoles wurde nicht allein Nordeuropa der Vereisung entgegengeführt, sondern es trat infolge der nun tiefer verlaufenden Schneegrenze auch eine Vergletscherung der übrigen, außerhalb der nördlichen Eiskappe gelegenen europäischen Gebirge ein, der Alpen, Karpathen, Pyrenäen, der Sierra Nevada, des Kaukasus.

Faßt man die Eiszeit als bipolare Erscheinung auf, und das war sie früher wie heute, so ist für die jüngste Eiszeit auf der Südhalbkugel ein gleichartiger Vorgang vorauszusetzen. Die in Neusüdwales, Tasmanien und den australischen Alpen sichtbaren charakteristischen Glazialbildungen, wie Gletscherschliffe, geschrammte Geschiebe, Kare, Moränenzüge, beweisen, daß auch hier eine diluviale Eiszeit vorhanden war, und aus der tieferen Lage der Schneegrenze können wir ebenfalls auf die Annäherung eines Kältepoles schließen, der in diesem Falle auf das Meer nördlich vom antarktischen Viktorialand verlegt werden müßte. Die Kältepole sind aber bekanntlich an große Landmassen gebunden und wir könnten im vorliegenden Falle nur annehmen, daß entweder die Antarktis sich während der Eiszeit Australiens hier weiter nach Norden erstreckte, oder daß die Lage des Rotationspoles damals eine andere war als heute.

Nach der Theorie von Reibisch hat bekanntlich eine veränderte Lage der Land- und Wassermassen zum Rotationspole stattgefunden. Außer den Rotationspolen, den Endpunkten der Nordsüdachse, besitzt die Erde nach Reibisch auch noch zwei sogenannte Schwingungspole (in Ekuador und Sumatra), um deren Verbindungslinie, die Schwingungsachse, unser Weltkörper unendlich langsam derart hin und her pendelt, daß der Nord- und der Südpol auf dem durch die Behringstraße gehenden Meridian, dem „Schwingungskreise", regelmäßig wandern. Wandert der Nordpol auf der einen Hemisphäre südwärts, so bewegt sich der Südpol auf der anderen Halbkugel natürlich nordwärts (nähere Ausführung und Abbild. s. Jahrbuch I, S. 50). Da das Wasser als leicht bewegliches Element die Geoidform bei den Schwingungen innehält, d. h. die Ausbauchung am Äquator beibehält, so taucht das nach dem Äquator zu geführte starre Land naturgemäß unter Wasser, während polwärts geführtes Landgebiet wachsende Höhe über dem Meeresspiegel erhält. Es ist deshalb z. B. ganz klar, weshalb die Korallenriffe des nördlichen pazifischen Erdquadranten eine Bewegung, nämlich die aufsteigende, zeigen, die der untertauchenden Bewegung der im südlichen Pazifik liegenden entgegengesetzt ist. Eine Verschiebung des spättertiären Europas in diesem Sinne polwärts oder — was dasselbe besagt — eine Annäherung des Nordpols zu Europa in der Richtung des zehnten Grades östl. Länge (Schwingungskreis) würde zur Folge haben, daß auch das antipodisch gelegene Neuseeland sich dem Südpol näherte. Diese Lageveränderung des Nordpols aber steht dann auch in voller Übereinstimmung mit dem westöstlichen Verlaufe der jüngsten Eiszeit Nordamerikas, wie ein einziger Blick auf die Karte lehrt. Sowohl bezüglich Europas als auch Australiens und Neuseelands gilt es heute als ausgemachte Tatsache, daß diese Gebiete während der Diluvialzeit eine ungleich bedeutendere Höhe als gegenwärtig besessen haben; und diese größere Höhe resultiert ohne weiteres aus der Polannäherung der beiden Landgebiete, wie sich aus der Abplattung der Erde ergibt. Für die ozeanischen Gebiete Europas ist ein Unterschied von rund 1200 Metern zwischen der diluvialen und der heutigen Schneegrenze anzunehmen.

Reibisch hat eine Tabelle zur Bestimmung der Polannäherung berechnet und gefunden, daß danach für unsere Breiten seit der Diluvialzeit eine Breitenveränderung von rund $3^1/_2$ Grad stattgefunden hat. Berlin würde damit unter die Breite des südlichen Schweden (Prov. Schonen), Dresden unter die gegenwärtige Breite von Rügen verlegt werden. Verknüpfen wir mit dieser beträchtlichen Annäherung an den Nordpol das dadurch bedingte Emporsteigen des Landes um rund 1200 Meter, so erhalten wir erst eine Vorstellung von den während der Eiszeit total veränderten Höhenlagen und Klimaverhältnissen. An Stelle der heutigen Nordsee erstreckte sich eine weite Hochebene, aus der die Shetlandinseln, mit Schottland und Skandinavien landfest verbunden, als Gebirgsstock emporragten. Auch Kattegat und Skagerrak waren während der Maximalvergletscherung von Eis- und Schottermassen überlagert, so daß die skandinavischen Gletscher ihr Gesteinsmaterial darüber hinweg bis nach Mitteldeutschland verfrachten konnten.

In direkter Beziehung zu diesem diluvialen Standamm im Kattegat und Skagerrak stehen die mehrfachen Schwankungen des Ostseespiegels während der Diluvialzeit. Die im Ostseebecken statt-



Dr. Th. Arldt.

gehabten spätglazialen und nacheiszeitlichen sehr erheblichen Niveauschwankungen während der sogenannten Yoldia- und Ancyluszeit sind in der Gegend von Christiania, also im nördlichen Skagerrak, nicht mehr festzustellen, was nur dahin zu erklären ist, daß ein solcher Staudamm von ungeheuren Dimensionen die Verbindung dahin verhinderte. Dies hatte wiederum zur Folge, daß noch während der Yoldiazeit eine Verbindung der Ostsee über Ladoga- und Onegasee mit dem Weißen Meere bestand. Auf diesem Wege wird die Yoldia, eine arktische Muschel, in das Ostseebecken eingedrungen sein. Zu Beginn der Eiszeit wurde diese, nach Reibisch' Ansicht voreiszeitliche Meeresverbindung aufgehoben; dabei geschah es, daß die damit gleichzeitige Polannäherung, die Folge der nun einsetzenden polaren Pendulation, ein Emporsteigen auch dieses vordem als Meeresverbindung gekennzeichneten Gebietes herbeiführte. Durch diese gehobene Niederung floß aus dem gleichfalls gehobenen Ostseebecken Wasser ab, ein Zustand, der bis in die Ancyluszeit bestehen blieb und zur allmählichen Aussüßung der Ostsee führte. Als Folge dieser Aussüßung trat das Absterben der rein marinen Yoldia ein, deren Stelle alsdann die Süßwasserschnecke Ancylus fluviatilis einnahm, die nun geeignete Lebensbedingungen fand.

Nachdem die polare Pendulation ihren größten Ausschlag erreicht hatte, setzte eine entgegengesetzt gerichtete äquatoriale Pendelbewegung ein, die anscheinend noch herrscht und unsere Gegenden einer neuen Tertiärzeit entgegenführt. Die Folge davon war, daß die Wassermassen des Atlantischen Ozeans in das Gebiet der heutigen, damals noch zum Festlande gehörenden Nordsee eindrangen. Hier stiegen sie in dem vielverzweigten Flußnetze, das die ehemaligen Schmelzwässer der sich zurückziehenden Gletscher ausgewaschen hatten, empor, erreichten schließlich die diluviale Barre des inzwischen abgeschmolzenen Staudammes am Kattegat und Skagerrak, überfluteten und durchbrachen sie. Nunmehr hatte das Ozeanwasser freien Eintritt in das Ostseebecken. Es brachte eine reine Meeresfauna hinein, die ihren Ausdruck in dem diese Periode charakterisierenden Leitfossil Litorina litorea fand. Nicht eine Landsenkung in der Gegend des Öresund und der Belte brachte diese neue Verbindung zu stande, sondern das Eintreten unseres Erdviertels in südlichere Breiten, wo die Meeresoberfläche, der Geoidform nachkommend, höher steigen mußte. Das Niveau dieses Litorinameeres, wie man die damalige Ostsee nennt, ist keineswegs höher gewesen als das heutige. Man behauptet zwar, es habe etwa 100 Meter höher gestanden als jetzt; dann müßte aber doch die mit ihr kommunizierende Nordsee mitsamt dem Ozean ebenfalls um so viel höher gestanden haben. Die vom Litorinameere hinterlassenen, heute allerdings 100 Meter über dem jetzigen Ostseespiegel gelegenen Strandlinien sind erst nachträglich durch einen mechanischen Hebungsvorgang Skandinaviens und Finnlands so hoch verlegt worden; diese, auch das gesamte nördliche Rußland umfassende, heute noch andauernde Hebung ist veranlaßt durch ein großes arktisches Senkungsfeld im Nördlichen Eismeer. Der auf die Randgebiete jenes arktischen Senkungsfeldes ausgeübte Druck wirkt als tangentialer Schub und erstreckt sich an der skandinavischen Küste heute noch bis über den 56. Breitengrad hinaus. Diese

von dem arktischen Senkungsfelde ausgehende mechanische Hebung Nordeuropas brachte auch Nordjütland über das Meeresniveau und hob Dänemark wieder bis zur gegenwärtigen Höhe; dieser Hebungsvorgang hat sich allem Anscheine nach zur Litorinazeit südwärts bis zur deutschen Ostseeküste erstreckt, da sich gehobene Litorinaablagerungen noch an der holsteinisch-mecklenburgischen Küste finden.

Eine andere, eng mit dem Glazialphänomen verknüpfte Erscheinung sind die Interglazialzeiten, die man sich als periodische Pausen der Eiszeit mit wärmerem Klima vorstellt. Nach Reibisch' Theorie hat aber die Eiszeit ihre Ursache in einer allmählichen Polannäherung, das Schwinden der Eiszeiterscheinungen seinen Grund in einer allmählich zunehmenden Polentfernung der betroffenen Gegenden; es können also auch nur allmähliche, keine sprungweisen Klimaänderungen vorgekommen sein. Schwankungen des Eismantels, die man als Zwischeneiszeiten aufgefaßt hat, können daher, wie auch Geinitz feststellt, nur an der Peripherie der Eisbedeckung und auch dort nur lokal aufgetreten sein, so daß es immerhin gewagt erscheint, wollte man solche lokale Vorkommen verallgemeinern und zu Interglazialzeiten für ein größeres Gebiet stempeln.

Gehen wir nun zur Atlantisfrage über. Sie stand bereits im Altertum zur Diskussion; denn, wie Plato in einem seiner Dialoge schreibt, erhielt schon Solon von einem ägyptischen Priester Kunde, daß im Westen vor den Säulen des Herakles eine große Insel liege, größer als Asien und Libyen zusammen, bewohnt von einem mächtigen, hochkultivierten Volke, dessen siegreichem Eroberungszuge nur die Athener entgegenzutreten vermochten. Diese Atlantis sei dann im Verlaufe weniger Stunden durch eine gewaltige Katastrophe von den Wogen des Ozeans vernichtet worden.

Gleichviel, ob hier eine rein dichterische Erfindung der Alten vorliegt, oder ob dieser Mythus die Erinnerung an eine allererste Entdeckung Amerikas, vielleicht durch verschlagene phönizische Fahrzeuge, festhält: so viel ist sicher, daß zu Lebzeiten des Menschengeschlechtes in dem Gebiete des jetzigen Atlantischen Ozeans kein Festland gelegen haben kann. Daß jedoch in entlegenen geologischen Epochen breite Landbrücken zwischen der Alten und der Neuen Welt existiert haben, ist eine gut beweisbare Annahme. Nur über das Wo dieser Verbindungen gehen die Meinungen vorläufig noch auseinander.

Dr. Arldt*) ist der Meinung, daß dieses Festland nicht dort gelegen haben könne, wo die Alten ihre Atlantis sich dachten: zwischen Nordamerika einer-, Europa und Nordafrika anderseits. Er hält diesen Teil für das am längsten ozeanische Gebiet des Atlantik, zumal da es dem mittelmeerischen Gürtel angehört, der sich rings um die Erde zieht und in fast allen Erdperioden größtenteils von Meer bedeckt war.

Im übrigen wird der Atlantische Ozean von den hervorragendsten Geologen als verhältnismäßig sehr jung angesehen, wofür auch die auffällige Parallelität und der geologische Aufbau seiner Küsten sprechen. Geologie und Paläontologie führen zu der Annahme, daß es nördlich und südlich von der platonischen Atlantis einst Festland gab, so daß Arldt von einer Nordatlantis und einer Südatlantis spricht. Solche alten Kontinentalverbindungen müssen natürlich auch auf die Verbreitung der Lebewelt des festen Landes einen bestimmenden Einfluß ausüben, und Arldt findet in der eingehenden Vergleichung der amerikanischen Faunen mit den europäisch-afrikanischen eine Bestätigung seiner beiden Atlantiskontinente.

Im Alttertiär trennte ein Meeresarm östlich vom Ural Asien von Europa; es konnte daher nicht wie seit der Miozänzeit ein indirekter Austausch von Lebewesen zwischen Europa und Nordamerika durch Vermittlung Asiens über die Behringstraße hinüber stattfinden. Da die beiden Kontinenten gemeinsamen Säugetiergattungen im Alttertiär bis zu 11 beziehungsweise 15 Grad der gesamten Säugetierfauna ausmachen, so muß eine direkte Verbindung über das atlantische Gebiet her bestanden haben. Mit dem Ende der Oligozänzeit scheint die Verbindung zwischen Nordamerika und Europa gelöst worden zu sein, und zwar wahrscheinlich durch Entstehung eines Meeresarmes zwischen Baffinland und Grönland, da letzteres in seiner Tierwelt enge Beziehungen zu Europa zeigt. Auch während der jüngeren Tertiärzeit scheint Grönland noch über Island und die Faröer mit Europa zusammengehangen zu haben, und die Annahme dieser Landbrücke, die erst im Pliozän und Diluvium völlig verschwunden sein mag, wird noch gestützt durch den Umstand, daß die Haupteruptionen der isländischen Vulkane nach Thoroddsens Forschungen gerade in diese beiden Perioden fallen, also bei der Zerstörung beteiligt gewesen sein beziehungsweise dieselbe Ursache gehabt haben mögen.

Für das Bestehen einer Südatlantis, die wegen der Breite und Tiefe des jetzigen Ozeans an dieser Stelle nicht sogleich einleuchtet, führt Dr. Arldt zahlreiche Beweise aus der Tiergeographie an, die sehr deutlich für das Vorhandensein einer mesozoischen, etwa bis ins Eozän reichenden Südatlantis sprechen. Diese Beweise beziehen sich natürlich auf die Tierwelt Südamerikas und Afrikas, die jetzt in ihrer Lebewelt allerdings weit größere Unterschiede zeigen als Nordamerika und Europa; dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die beiden Süderdteile im Pliozän von nordischen Einwanderern überschwemmt wurden, welche die alte Fauna zurückdrängten oder vernichteten. Trotzdem sind genügend zahlreiche biogeographische Tatsachen aus den verschiedensten Klassen des Tier- und Pflanzenreiches vorhanden, die für eine alte Südatlantis sprechen, und da sich auch die Geologen mit ihr einverstanden erklärt haben, so darf sie wohl als ein gesicherter Bestand der Wissenschaft betrachtet werden, wenigstens für die Zeit des Mesozoikums. Die platonische Atlantis dagegen hat nicht bestanden und wird auch wohl nie ins Leben treten.

Gegen diese Ausführungen Arldts wendet sich vom Standpunkte der Pendulationstheorie Prof.

*) Naturw. Wochenschr., Bd. VI, Nr. 43.

Simroth,*) indem er darauf hinweist, daß die für gleichaltrig erachteten Schichten der nördlichen und südlichen Halbkugeln nebst ihren Fossilien tatsächlich nacheinander, je nachdem sie infolge der Pendulation auf- oder untertauchten, entstanden seien. Man könne also aus dem Vorhandensein gleichartiger oder ähnlicher fossiler Faunen und Floren noch keinen Beweis für Landverbindungen zu einer genau bestimmten geologischen Epoche herleiten. Simroth hält auch Arldt gegenüber an der alten eigentlichen Atlantis fest, die er im Bogen von Marokko und Spanien nach Westindien in der Richtung auf den westlichen Schwingpol Ekuador reichen läßt, und führt dafür ebenfalls viele gewichtige Beweise aus der Tier- und Pflanzenwelt an. Das Zerbrechen dieser Brücke sei relativ spät, jedoch noch vor dem Auftreten des Menschen erfolgt.

Wie entstanden die Alpen?

„Ein Forschungsfeld von zwar beschränkter Größe, aber von unergründlicher Tiefe" — so bezeichnet Albrecht Penck die Alpen in einem Vortrage, der die Lösung der eingangs stehenden Frage versucht.**) Zwar ist erst reichlich ein halbes Jahrhundert verflossen, seit die Geologen und die Geographen sich intensiv mit der Erforschung des Alpengebietes beschäftigen; aber die Reihe der Erklärungsversuche ist schon eine recht mannigfache, und es erscheint fraglich, ob die gegenwärtig siegreich vordringende Überschiebungstheorie die letzte ihrer Art bleiben wird.

*) Naturwiss. Wochenschr., Bd. VII, Nr. 26.

**) A. Penck, Die Entstehung der Alpen, Zeitschr. der Ges. f. Erdkunde 1908, Nr. 1. W. Schjerning, Neuere Anschauungen über die Entstehung der Alpen, Geogr. Anzeiger, 9. Jahrg. (1908), Heft 1 und 2.

Worin liegt denn nun eigentlich die Schwierigkeit, den Bau der Alpen zu erklären? Nicht in dem allgemeinen Aufbau, der schon vor etwa 50 Jahren ziemlich festgelegt erschien. Damals stellte man an Stelle der bisherigen Dreiteilung des Gebirges in Ost-, Mittel- und Westalpen eine Zweiteilung in Ost- und Westalpen fest, welche beiden Flügel durch die Linie Bodensee-Rheintal—Splügen-Comersee getrennt sind. Einer der wichtigsten Unterschiede zwischen ihnen ist folgender: In den Ostalpen wird eine der Länge nach verlaufende, aus granitähnlichen Massengesteinen und kristallinischen Schiefern bestehende Zentralzone im Norden und Süden von Zonen jüngerer Sedimentgesteine (durch Absatz im Wasser entstandener Gesteine) begleitet, in denen vielfach Kalkstein die vorherrschende Gesteinsart ist. Diese, Schichten vom Perm bis zum Tertiär enthaltenden Begleitzonen, die nördlichen und südlichen Kalkalpen, sind von der Zentralzone durch große Längstalzüge geschieden, in denen im Norden Inn, Salzach, Enns, Mur und Mürz, im Süden Etsch, Rienz und Drau auf großen Strecken ihres Laufes fließen. In den Westalpen fehlt dagegen die südliche, innere Kalkzone, und der große Längstalzug, der in den Schweizer Alpen im Rhone- und Rheintal besonders deutlich auftritt, trennt nicht Gneis- und Kalkalpen, sondern zwei kristallinische Züge voneinander, zwischen denen sogar weiter südwestlich um Briançon eine Zone von Sedimentgesteinen sich einschiebt. Nach außen, auf der Nordseite, lehnen sich dann an den nördlichen kristallinischen Zug ohne scharf verlaufende Grenze die jüngeren Ablagerungen namentlich von Jura, Kreide und Tertiär an.

Vor etwa 50 Jahren noch deutete man diese Gestaltung der Alpen dahin, daß ein durch senkrechte Hebung entstandenes Gebilde vorliege: die



Einzelfalte innerhalb des Gewölbeschenkels der Säntisdecke; in prachtvollem, nach Norden überliegenden Gewölbe ist das ganze Paket der so harten und festen Schrattenkalkschichten bruchlos umgebogen.

Zentralgesteine, Granit und Gneis, sollten glutflüssig aus der Tiefe hervorgedrungen sein und, indem sie sich den Weg an die Oberfläche bahnten, die früher über ihnen befindlichen Schichten seitlich zusammengeschoben haben.

Bald jedoch faßte man die Alpen als ein großes Faltengebirge auf, das durch seitliche Zusammenpressung der Schichten entstanden sei, wobei sich dieselben in ähnlicher Weise in Falten legten wie eine von zwei Seiten her zusammengepreßte Lage von Hand- oder Tischtüchern. Mit dieser Anschauung, nach der die ältesten Schichten stets unten, die jüngeren über ihnen angetroffen werden müßten, Austrittes der Rhone aus den Alpen, daß hier ein ganzes Gebirge auf jüngeren Schichten schwimmt und über diese von Süden her hinweggeschoben sein muß. Auf Grund dieser und ähnlicher Tatsachen ergab sich bei erneuter Prüfung noch eine andere einfachere Erklärung als diejenige Heims. Der Franzose Marcel Bertrand stellte als erster die Ansicht auf, daß die Heimschen Beobachtungen auch durch eine einzige, ganz riesige Falte erklärt werden können, durch welche von Süden her die älteren Gesteine vom Rheintal aus bis an das Gebiet des Säntis über die jüngeren hinweggeschoben sein sollten, also über eine Fläche



Glarnerüberfaltungen am Segnespaß; der dunklere Teil oben stellt eine Aufschiebung von dunkelgrünem älteren Verrucanoschiefer, die helle untere Partie die Überschiebungsfläche des jüngeren Kalksteins dar.

lassen sich jedoch die Befunde der letzten Jahrzehnte so wenig vereinigen, daß man seitdem schon wieder zu zwei neuen Erklärungen zu greifen gezwungen war.

Im Bereiche der Glarner Alpen sieht man nämlich unten im Tal jüngere geologische Ablagerungen dicht zusammengepreßt in einzelne Falten, während die Berge aus älteren, verhältnismäßig flach gelagerten Schichten bestehen. Die Ordnung der Dinge erscheint hier völlig verkehrt, und überrascht schweift das im Erkennen des Schichtenalters geübte Auge über ein eigenartiges Bild: es sieht oben das Alte und unten das Junge. Der Geologe Heim dachte sich das ältere Gestein über das jüngere hinweggefaltet, und zwar in doppelter Faltung; über das Gebiet des heutigen Kantons Glarus sollte sich eine riesige Gesteinsfalte von Süden und eine andere von Norden her hinwegbewegt haben, bis beide mit ihren Scheiteln dicht aneinander gerieten. Dies ist die bekannte Theorie von der Glarner Doppelfalte.

Der Befund, auf den sich diese Theorie stützt, gilt jetzt in der Wissenschaft als anerkannte Tatsache und hat auch an anderen Orten Bestätigung gefunden. Es zeigte sich z. B. beiderseits des

von mehr als 50 Kilometer Breite. So überzeugte sich auch der Geologe Lugeon, der anfangs eine der Heimschen ähnliche Erklärung vertrat, bald, daß die Auffassung von Schardt und Bertrand auch für sein Gebiet zutreffe, und daß die Alpen des Chablais gleich den Préalpes Romandes des Kantons Freiburg gewaltige Schubmassen darstellten, die von Süden her sich über jüngere Ablagerungen hinweggeschoben haben.

Albrecht Penck bestätigte bei einem Besuche der Glarner Alpen im Jahre 1899 diese Hypothese, indem er von folgenden Erwägungen ausging: Wenn ein mächtiger Gesteinskörper über einen anderen hinweggeschoben wird, so muß es an der Grenze zwischen beiden charakteristische Erscheinungen geben, die es möglich machen, die Richtung des Schubes zu bestimmen. Das untere, festliegende Gestein muß von dem oberen, bewegten an der Grenze fortgeschleppt werden, seine Schichten müssen in der Richtung der stattgehabten Bewegung umgebogen sein. Es müßte z. B. bei der Glarner Doppelfalte das jüngere Gestein unter der südlichen Falte nach Norden und unter der nördlichen Falte nach Süden geschleppt worden sein. Diese Ansicht ließ sich an einer Stelle im Kärpftal, das

oberhalb Glarus in das Linthtal mündet, für den Nordflügel der Glarner Überschiebungen vorzüglich prüfen. Die Schubdecke besteht aus dem sogenannten Verrucano, einem Gestein vom Aussehen und ungefähren Alter des deutschen Rotliegenden; unter ihm liegt ein eigenartiger Kalk, ein Vertreter jener mächtigen Jurakalkmassen, welche die Schweizer Kalkalpen aufbauen, der bei der Überschiebung durch den Verrucano ausgewalzt worden ist, der sogenannte Lochseitenkalk. Hier ließ sich nun ganz deutlich erkennen, daß auch in den nördlichen Glarner Alpen im Bereiche der Nordfalte Heims die Massen von Süden nach Norden und nicht umgekehrt, wie es die Doppelfaltentheorie verlangt, geschoben worden sind. Diese Erscheinung wirkt hier so deutlich und überzeugend, daß bald darauf auch Heim die Theorie der Doppelfalte zu Gunsten der Anschauung Bertrands, der einseitigen Überschiebung von Süden her, aufgegeben hat.

Die eben besprochene große Glarner Überschiebung ist nicht gleichartig mit der der Freiburger Alpen und des Chablais; letztere erstreckt sich vielmehr in ihren Ausläufern über sie hinweg und stellt eine zweite große Schubdecke dar; eine dritte liegt weiter östlich von den Glarner Alpen, wo der gewaltige Gebirgsstock des Rhätikons als wurzellose Schubdecke von Gestein über jüngeren Schichten gleichsam schwimmt. Es ist ganz erstaunlich und bewunderungswürdig, wie an manchen Stellen die festen Gesteinsschichten bruchlos gefaltet und umgebogen sind, wie z. B. innerhalb des Gewölbeschenkels der Säntisdecke das ganze Paket der so harten und festen Schrattenkalkschichten zu einem prachtvollen, nach Norden überliegenden Gewölbe.

So erscheinen dem Geologen die schweizerischen Alpen als aufgebaut aus einzelnen Gesteinsdecken, die von Süden her herangewandert sind. Die gegewaltigen Schichtfaltungen, die wir im Säntisgebirge, an der Axenstraße u. a. O. bewundern, sind nur die notwendigen Begleiterscheinungen der Schübe, bestehend in Windungen und Biegungen der geschobenen Massen oder in Stauungen der ihnen vorgelagerten Schichten. Wie tief ins Innere des Gebirges hinein sich diese eigenartige Struktur erstreckt, ist beim Bau des Simplontunnels sehr deutlich und störend hervorgetreten: Schichten, die nach älterer Vorstellung vom Bau der Alpen hoch oben liegen sollten, fanden sich, von älteren Gneisen überschoben, in der Tiefe des Gebirges (s. Jahrb. III, S. 98).

Auch für die Ostalpen, ja sogar für die Karpathen läßt sich allem Anscheine nach beweisen, was für die Schweiz als sichergestellt gilt: daß an Stelle einfacher Faltungen vielfach große, aus der Ferne herbeigeschobene Gesteinsdecken zur Erklärung des Gebirgsbaues anzunehmen sind. Das Vorhandensein der Glarner Schubdecke, die in der Mächtigkeit einiger hundert Meter 30 Kilometer weit gewandert ist und als eine frei bewegte Gesteinsmasse erscheint, schließt die Annahme eines Seitendruckes aus; denn unter der Einwirkung eines solchen hätte sie sich als Ganzes in große Falten legen müssen, nicht erst an ihrem Ende, wo am Säntis die Schichten stark zusammengefaltet und zusammengestaut sind. Eher könnte man an einen Zug denken, der die Massen in Bewegung setzte, bis sie sich an einem Hindernisse stauten.

Man stellt sich deshalb jetzt vor, daß die Entstehung von Schubdecken im Zusammenhange mit der Faltenbildung durch einen Gleitvorgang zu erklären sei. Nehmen wir an, es bilde sich aus irgend einer Ursache eine riesige Falte der Erdkruste, ein breiter Streifen sinke zu sehr großer Tiefe herab und daneben erhebe sich ein Nachbarstreifen zu ansehnlicher Höhe. Verbindet sich mit dem so entstandenen Höhenunterschiede ein gewisses Maß von Steilheit, so müssen sich die erhobenen Massen in Bewegung setzen und abwärts gleiten, wie wir es bei Rutschungen an übersteilen Talgehängen wahrnehmen. Die abgeglittenen Massen werden sich an ihrem Außensaume in Wülste zusammenlegen und eine bogenförmige Anordnung zeigen, wie sie beispielsweise die Alpen des Chablais und die Freiburger Voralpen haben.

Sind nun die Schubdecken solche Gleitdecken, so müssen sie mit großen Gleitflächen in Verbindung stehen, auf denen eine ausgedehnte Bloßlegung von Gestein stattfand. Tatsächlich neigen viele zu der Ansicht, daß die sedimentären Schichten in den Schweizer Zentralalpen nicht durch die Gewässer abgetragen (denudiert), sondern durch Abgleiten entfernt worden seien. Der gleiche Gedanke ist auch für die zentralen Ostalpen anwendbar. Denkt man sich hier die in den Nordtiroler Kalkalpen stark zusammengestauten Schichten des Wettersteinkalkes wieder ausgeglättet, so bilden sie eine bis tief in die Zentralalpen reichende Decke. Die starke mechanische Veränderung, welche hie und da erhaltene Fetzchen der Kalkdecke zeigen, die Umwandlung des Kalkes in Marmor und andere Erscheinungen verraten, daß die Kalkalpenschichten nach ihrer Ablagerung und vor ihrer Entfernung noch starke Pressungen erlitten, für die uns die Abtragungstheorie (Denudationstheorie) keine Erklärung gibt, die aber als Begleiterscheinungen des Abrutschens verständlich werden.

Nun fehlt allerdings gegenwärtig das Gefälle, das zu einem solchen Abgleiten erforderlich wäre; denn die Oberfläche der Zentralalpen dacht sich nach den Kalkalpen sanft ab. Aber die Gleitdecken liegen auch nicht in ihrer ursprünglichen Tiefe, sondern haben eine nachträgliche Hebung erfahren, welche die frühere Gleitböschung ausgeglichen hat. Diese Hebung ging gleichzeitig mit einer Senkung des heutigen Alpenvorlandes (Oberbayern, Oberösterreich) vor sich. Der Gesamtmechanismus der alpinen Schichtstörungen erscheint als das räumliche und zeitliche Fortschreiten einer gewaltigen Krustenfalte. Sobald diese entsprechend steile Abfälle geschaffen hat, gleiten die gehobenen Massen in die vor ihr liegende Tiefe. Aber die Welle schreitet fort, ihr Scheitel oder Maximum rückt in das Gebiet der früheren Senkung hinein und hebt die dahinein gerutschten Massen empor, während vor ihnen ein neues tieferes Vorland entsteht. Bildet sich dabei abermals ein Steilabfall, so können die emporgehobenen, vorher schon einmal abgeglittenen Massen weiterwandern, indem

sie in die neue Vertiefung gleiten und sich hier abermals zusammenstauen. Natürlich soll diese Auffassung keine radikale Lösung des ganzen Problems der Überschiebungen bedeuten, sondern gilt nur für den hier ins Auge gefaßten Fall.

Die starke Schichtfaltung, die uns vielfach in den Alpen begegnet, ist nach Prof. Penck nicht das Wesentliche für die Entstehung des Gebirges, sondern lediglich die Folgeerscheinung eines größeren Vorganges. Das ergibt sich vor allem daraus, daß die starken Zusammenpressungen der Schichten sich nur in der Tiefe gebildet haben können. Wenn sie nun heute hoch liegen, so muß nach ihrer Zusammenstauung noch eine Hebung stattgefunden haben. Letztere ist es, der wir das Gebirge als Aufragung verdanken, und die es ermöglicht, daß die Gewässer sich eintiefen und aus der plumpen Emporwölbung den reizenden Wechsel von Berg und Tal herausschneiden. Es gibt feste Anhaltspunkte dafür, daß die Erhebung noch fortdauerte, als der Zerschneidungsprozeß schon sehr weit vorgeschritten war. Penck verweist dafür auf die pliozänen Talböden an der West- und Südseite des Gebirges, die erkennen lassen, daß seit ihrer Entstehung der ganze Westen der Alpen bis ins Etschgebiet hinein sich um Hunderte von Metern aufgewölbt haben muß. Gleichzeitig mit dieser Aufwölbung vollzog sich im Süden die Einsenkung der Poebene. Die Grundform der Berge, die sich aus den breiten, hochgelegenen pliozänen Talböden erhoben, war die von Domen oder Heuschobern, von Rundlinggipfeln mit nicht allzu steilen Gehängen. Daraus läßt sich schließen, daß die Alpen zur Pliozänzeit das Aussehen eines höheren Mittelgebirges zeigten. Die tiefeingeschnittenen Täler, die sie heute zeigen, sind eine Folge teils der nachpliozänen Hebung, teils der Wirkung der Eiszeitgletscher. Diese aber haben nicht nur die Täler, sondern auch die Gipfel umgestaltet und die für das Hochgebirge charakteristischen Grate herausgeschnitten.

Um den Grundvorgang der Alpenbildung noch einmal zu rekapitulieren, folgen wir zum Schlusse einer Darstellung des Geologen Prof. Dr. A. Heim*) über den Bau der Alpen. Die Alpen bestehen danach aus einem System von Falten, die flach von Süden nach Norden übereinandergeschoben sind, dann zum Teil noch wieder miteinander zusammengestoßen und abermals gefaltet worden sind. Die Alpen sind eine Region ungeheurer Zerknitterung in der Erdrinde, Zerknitterung in allen Größen, von allen Überschiebungen, die ganze Gebirgsmassen von 50 oder 100 Kilometern übereinander verstellt haben, von den Gewölben, die himmelhohe Berge auftürmen, bis zu Gesteinsumformungen, die uns erst das Mikroskop aufdeckt. Die früher gefundenen verschieden geformten Falten sind in dem verwickelten Alpenbau mehr das architektonische Detail der Gewölbeschenkel der Decken. Viel mehr, als man früher annahm, beherrschen die liegenden Falten die großen Züge des Alpengebäudes, so daß die Glarner Falten nicht eine unerhörte Ausnahme bilden, sondern zur Regel gehören.

*) Die Umschau, 12. Jahrg., Nr. 40.

Während man vor 30 Jahren annahm, daß das Alpengebiet, in allen seinen Falten sozusagen zur Ebene wieder ausgeplättet, wenigstens doppelt so breit als heute gewesen sein müßte, erhält man, wenn die jetzigen Alpenprofile mit den Überfaltungsdecken abgewickelt und die Gebirgsmassen in ihre ursprüngliche Lage zurückversetzt gedacht werden, das Vier- bis Achtfache der jetzigen Breite. Das Insichzusammenschieben einer Zone auf ein Viertel bis ein Achtel ihrer ursprünglichen Breite hat die Alpen geschaffen. Jetzt sind sie etwa 150 Kilometer breit, früher war an ihrer Stelle ein flacher Landstreifen von 600 bis 1200 Kilometer Breite: um den entsprechenden Differenzbetrag wird wahrscheinlich der Erdumfang während der Alpenfaltung kleiner geworden sein, nämlich um kaum 3 Prozent.

„Als vor 350 Jahren," so schließt Prof. Heim, „Konrad Geßner auf dem Pilatus stand, verwunderte er sich, daß die Berge nicht durch ihre eigene Last in dem Grunde versinken. Sie sind versunken, sie wären sonst noch viel höher! Wir kennen die Folgen der Einsenkung in der Seebildung und in dem Massendefekt, den die Pendelbeobachtungen in großen Gebirgen anzeigen.*) Da ist das leichtere Rindenmaterial Schuppe auf Schuppe gehäuft worden, so daß es sich eindrückte und in der Tiefe schwereres Material verdrängte, bis wieder Gleichgewicht war und die Alpen wieder vom schweren Erdkern schwimmend getragen werden konnten. Und daß das Schieben und Rücken und Biegen und Brechen immer noch in gelindem Maße fortgeht, haben uns die Erdbebenbeobachtungen bewiesen. Immer wieder taucht in meiner Erinnerung das Bild der Alpen auf, wie ich es aus etwa 6000 Meter Höhe über dem Juragebirge, im Ballon stehend, einst genossen habe. Ihre verschneiten Kämme sahen aus wie die Wellen eines brandenden Meeres, die deutlich gegen uns sich zu bewegen schienen. In dem Eindruck lag Wahrheit. Die Alpen sind die Wellen einer langsamen gewaltigen Bewegung der scheinbar festen Erdrinde, die Wellen oder Falten, die sich von Süden nach Norden überholt oder überstoßen haben und endlich brandend erstarrt sind — groß für uns und unser Erfassen — klein im Verhältnis zur Mutter Erde — nur wie die kleinen Runzeln ihres lieben alternden Angesichts. Sie stellen nur ein Stadium dar im Lebenslauf der Erde, ein Zeitalter, wie es ähnlich der Planet Venus, Jupiter, Saturn noch nicht begonnen, der Planet Mars schon überlebt hat. Die Erde selbst aber schwebt, verschwindend klein und unbedeutend, zwischen Millionen ähnlicher Himmelskörper im unendlichen Weltenraum, zwischen der Ewigkeit der Vergangenheit und der Ewigkeit unbestimmter Zukunft."

Erdbeben und Vulkane.

Von großen Erdbebenkatastrophen, an denen die vorhergehenden Jahre so reich waren, ist auch das Jahr 1908 leider nicht verschont geblieben. Dazu traten einige, teils durch ihre lange Dauer,

*) Siehe dazu Jahrbuch VI, S. 48 ff.

teils durch ihre Beziehungen zu benachbarten Bebengebieten merkwürdige und lehrreiche Beben auf, von denen zwei hier erwähnt seien.

Das Vogtland im Königreich Sachsen, eins der erdbebenreichsten Gebiete Europas, geriet Ende Oktober 1908 in eine Schütterbewegung, die sich mehrere Wochen hindurch fortsetzte und mehreren Nachbargebieten mitteilte. Die Bewegung wurde am Nachmittage des 21. Oktober anscheinend zuerst in Brambach im Obervogtlande gespürt und pflanzte sich in den nächsten Tagen durch die ganze Umgegend hindurch bis nach Reuß (Tanna) und Oberfranken fort, wo das Fichtelgebirge erschüttert wurde. Nachdem die Aufregung der Bewohner etwa eine Woche Zeit gehabt hatte, sich zu legen, begannen in derselben Gegend, die offenbar eine absinkende Erdscholle darstellt, aufs neue heftige Erschütterungen. Am 3. November wurden in Brambach von 11 bis $2^1/_2$ Uhr mittags etwa sechzig Erdbebenstöße gezählt, die von fast ununterbrochenem, donnerähnlichem Rollen begleitet wurden. Die Bewegung setzte sich nach Böhmen (Karlsbad), Oberfranken, dem größten Teil der Oberpfalz und Reuß (Greiz und Umgebung) hinein fort, Dächer und Mauern erhielten Risse und die geängstigten Bewohner mancher Orte hielten sich bis spät in der Nacht auf den Straßen auf. Am 4. November pflanzte die Erschütterung sich über Leipzig (2 Uhr 10 Min.), Halle (2 Uhr 13 Min.), Erfurt (2 Uhr 15 Min.) bis Göttingen (2 Uhr 30 Min., das heftigste Beben) fort. Starke Erdstöße wurden auch in Plauen gefühlt, der stärkste am 6. November früh 5 Uhr 40 Min.; er setzte die Bevölkerung des gesamten Vogtlandes in Schrecken, trieb die Bewohner aus den Betten, war von lang anhaltendem Getöse und donnerähnlichem Rollen begleitet und bewirkte außerordentlich heftige Schwankungen. Das Wasser der in der Nähe von Bad Elster gelegenen Sohler Kurquelle war seit dem Erdstoß vom 3. November um 6 Grad wärmer geworden. Auf diese beiden Bebenperioden vom 21. bis 24. Oktober und 3. bis 6. November folgte eine dritte am 12. November, die jedoch an Dauer und Stärke hinter den vorigen zurückblieb. Nun aber ereigneten sich in weiterer Entfernung Erdstöße, deren Zusammenhang mit dem vogtländischen natürlich nicht behauptet werden kann: am 13. November in der Gegend von Lüttich (Ostbelgien), wo seit 21 Jahren eine derartig heftige Bewegung nicht verspürt worden ist; die Fortpflanzungsrichtung war von Ost nach West; am 15. ein heftiges Beben in Brixen (Tirol) und am 16. in Lindau am Bodensee. Die vogtländischen Beben haben sich durch den Dezember 1908 bis zum Januar 1909 fortgesetzt.

Interessante Betrachtungen knüpft W. Krebs*) an das Erdbeben, von dem am Morgen des 4. August 1908 das östliche Algerien heimgesucht wurde. Es gehörte zu den schwereren Katastrophen. Da nicht nur Häuser einstürzten, sondern sich auch Einrisse bis zu Hunderten von Metern Länge und Halbmeterbreite bildeten, so beansprucht es den höchsten Grad des zehnstufigen Erdbebenmaßes nach Forel und de Rossi. Erschwerend war das Eintreten zur Nachtzeit, 20 Minuten nach 2 Uhr morgens.

Besondere Bedeutung hat es, daß dieser Katastrophe in dem gleichen geologischen Gebiet um wenige Tage eine andere auf Teneriffa vorausging, am 26. Juli 1908, als erstes nach langjähriger Bodenruhe; es wurden zwei anscheinend von unten kommende Stöße beobachtet, denen ein donnerähnliches Rollen vorausging und ein heftiges Erzittern folgte. Acht Stunden früher, um 4 Uhr 26 Min., war zu Shide (Japan) und Laibach ein Weltbeben registriert worden, dessen Entfernung von Laibach auf 16.000 Kilometer geschätzt wurde. Als Umkreis des Bebenherdes kam bei dieser Entfernung nur der Südwestteil des Stillen Ozeans in Betracht und in ihm wahrscheinlich eine der Teufen der Tongarinne, deren vulkanische Ausbrüche schon wiederholt solche über die ganze Erde verzeichnete Beben veranlaßt haben. Läßt schon jenes Ereignis antipodale Beziehungen des Bebens auf Teneriffa erkennen, so liegen nach Zeit und Ort noch näher die Erschütterungen, unter denen am 27. Juli das Sulz- und das Rendental im Tiroler Alpengebiet litten. Denn sie entfielen auf dieselbe Nachtstunde wie das Beben auf Teneriffa, gegen 1 Uhr mittl. Greenwich-Zeit. Noch näher liegt das ersterwähnte östliche Algerien.

Die Kanarischen Inseln gelten als westliche Fortsetzung desselben Atlasgebietes, zu dessen Osten der acht Tage später erschütterte Teil Algeriens gehört. Das gilt besonders für die beiden östlichen Hauptinseln, Lanzarote und Fuerteventura, während die westlicher gelegenen Inseln dem Meere entstiegene Vulkane sind. Sie stehen darum zu diesem Westende des Atlas in gleichem Verhältnis wie die vulkanische Masse des Jebel Gefi zum Ostende. Dieser 1100 Meter hohe Vulkanberg, allerdings nur die Ruine eines vorgeschichtlichen Vulkanes der algerischen Küste, weist sehr auffallende geographische Beziehungen zu dem neuen Erbeben auf: die heimgesuchte Linie, Konstantine—Smendon—Philippeville, zieht sich nur etwa 40 Kilometer südlich von ihm hin. Auch die Vulkane der Kanaren gehören zu den alten erloschenen Feuerbergen, die nur noch Seitenausbrüche aus neugebildeten Nebenkratern zu liefern vermögen (so auf Teneriffa 1430, 1505, 1704—1706, 1786 und 1798). Die Ausbrüche auf der Insel Lanzarote (1730—1736 und 1824) waren sogar vulkanische Ausbrüche ohne Vulkane, indem flüssige Laven und zum Teil auch Salzwasserströme aus Spalten des Kreidebodens hervorbrachen. Die großen, aus den Atlasgebieten bekannten Erdbebenkatastrophen sind sämtlich jüngeren Datums. Am 21. August 1856 wurde, wie jetzt wieder, der Osten Algeriens, am 2. Januar 1867 sein mittlerer, am 15./16. Januar 1891 sein westlicher Teil heimgesucht.

Am 1. Juni 1906 wurde, zur Zeit eines von europäischen Meßinstrumenten verzeichneten Weltbebens, die Stadt Fez in Marokko von einem alarmierenden, aber unschädlichen Erdbeben heimgesucht. Jene Reihenfolge schwerer Erdkatastrophen innerhalb eines halben Jahrhunderts in einem gleich-

*) Erdkatastrophen im Atlasgebiete, Zeitschr. f. prakt. Geol., 16. Jahrg., Heft 10.

artigen geologischen Gebiet läßt das neue, kräftige Anheben am 4. August 1908 im Osten einigermaßen bedenklich erscheinen. Man darf — nach Krebs — auf nachfolgende zerstörende Beunruhigung des mittleren und westlichen Algeriens und weiterhin auch der westlicheren Atlasgebiete gefaßt sein. Nach der gleichen Richtung deutet das nur durch wenige Tage Zwischenraum getrennte Wüten der rätselhaften Kräfte der Tiefe im Westen und Osten des Atlasgebietes. Zwischengebiete, zu deren beiden Seiten Erdkatastrophen eingetreten sind, erweisen sich gewöhnlich als besonders gefährdet.*)

Für solche Betrachtungen hätte es vor zwei Jahrzehnten noch an auch nur einigermaßen sicheren Grundlagen gefehlt. Seitdem ist die Erdbebenforschung mächtig fortgeschritten, und bald wird der richtige Seismologe es ablehnen, sein Fach noch als einen Nebenzweig der Geologie registriert zu sehen. Und das mit Recht; denn die Seismologie ist, wie sich im folgenden zeigen wird, über den Rahmen der reinen Geologie schon vielfach herausgewachsen.

Die Frage nach der Entstehung der Erdbeben ist, wenn auch noch nicht in allen Punkten geklärt, ihrer endgültigen Lösung nahe. Professor F. Frech kommt in einer Erörterung über die Beziehung der Erdbeben zum Aufbau der Erdrinde**) zu folgenden Ergebnissen:

Die früher für eine Hauptursache der Erdbeben gehaltenen Einsturzbeben und die dem Emporquellen der Lava vorangehenden Zuckungen (Vulkanbeben) sind in ihren zerstörenden Wirkungen auf ganz enge Gebiete beschränkt und werden auch von selbstregistrierenden Instrumenten nur in geringem Umkreis verzeichnet. Ihre Erforschung fällt in den Bereich der chemischen und vulkanologischen Geologie.

Fernbeben oder Weltbeben, d. h. solche, die mit Instrumenten über einige tausend Kilometer zu verfolgen sind, zeigen sich auf die in jüngerer, tertiärer Zeit aus ihrer Lage geratenen (dislozierten) Gebiete beschränkt. Daß die Erdbebenherde — versinkende uralte Kontinente, alpine oder Faltungsgebirge und pazifische oder Zerrungsgebirge — so verschiedenen tektonischen Aufbau haben, ist auf den eigentlichen Vorgang der seismischen Erschütterung nur von sekundärer Einwirkung. In den gebrochenen Festlandsgebieten, z. B. Ostasien, sind Beben viel seltener als in versunkenen Kontinenten (Indischer und Nordatlantischer Ozean) oder in Faltengebirgen von gleichem oder jüngerem Alter.

Ausgedehnte, meßbare Hebungen und Senkungen sowie Horizontalverschiebungen als unmittelbare Folgen eines Erdbebens sind bisher nur an Küsten des Großen Ozeans, in Kalifornien und Alaska, und auf pazifischen Inseln wie Zentraljapan und Neuseeland beobachtet worden. Als ein Beispiel aus der jüngsten Vergangenheit führt Prof. Frech die Vorgänge an dem Yakutatfjord in Alaska an. Hier fanden infolge eines Anfang September 1899 erfolgten Erdbebens ausgedehnte Hebungen im Höchstbetrage von 47 engl. Fuß und gleichzeitig in den seewärts gelegenen Küstenstrichen Senkungen von 6 bis 9 engl. Fuß statt. Diese Niveauänderungen entsprechen genau dem ziemlich geradlinigen Verlauf der Küsten, sind also auf Verschiebungen der Erdrinde zurückzuführen, wie sich in ähnlicher Weise die Westküste Süditaliens,*) der Südabsturz des sächsischen Erzgebirges oder der Monte Rosa-Gruppe gebildet haben. Die Yakutatbai liegt etwa 10 geogr. Meilen von der höchsten Berggruppe Nordamerikas, den Eliasbergen, entfernt, deren Erhebung nicht durch vulkanische Aufschüttung, wie sonst in den Kordilleren, erfolgt ist, sondern ausschließlich durch tektonische Kräfte. Eine Wiederholung der seewärts gelegenen Abbrüche und der landeinwärts erfolgenden Hebungen könnte also allmählich die gewaltigen Höhenunterschiede zwischen Gebirgen und Meerestiefen hervorbringen, welche Ostasien und die Westküsten der amerikanischen Kontinente auszeichnen.

Die anderswo, z. B. in Griechenland, häufig beobachteten Rutschungen an den Küsten, Bergstürze, Zertrümmerungen der aus Humus oder Lehm zusammengeschichteten Oberflächengebilde gehören zu den Folgeerscheinungen der Erdbeben.

Häufigkeit und Stärke der Beben nimmt mit dem geologischen Alter der dislozierten Gebiete ab. In jüngeren Faltungsgebieten und jüngeren Senkungsfeldern sind Erdbeben häufig und schwer, in jungpaläozoischen Gebirgen selten und schwach, in Gebieten altpaläozoischer Faltung ganz oder fast gänzlich erloschen. Beweis dafür ist, daß von den bis Ende des neunzehnten Jahrhunderts in Europa verzeichneten 69.315 Erdbebenstößen 86·4% dem jüngeren, in der Tertiärzeit dislozierten Gebiete angehören, während 6% in den spätpaläozoischen, aber nur 0·4% in den altpaläozoischen oder älteren Gebirgen erfolgten.

Über die Natur der Erdbeben und ihre Beziehung zum Erdinnern äußert sich sehr eingehend der Straßburger Seismologe Prof. A. Sieberg.**) Auch er scheidet zunächst die als vulkanische und als Einsturzbeben bezeichneten Erschütterungen aus und betrachtet als Erdbeben diejenigen Erschütterungen, die aus mehr oder minder großen Erdtiefen an die Erdoberfläche emporquellen. Ihr Wesen wird hauptsächlich bestimmt durch plötzliche Verschiebungen der Gesteinsschollen, die das bunte Mosaik der uns zunächst gelegenen Erdrindenteile bilden. Indem an irgend einer Stelle das labile Gleichgewicht dieser Schollen gestört wird, so daß sie in eine neue Gleichgewichtslage hineinschwingen, wird schütternde (seismische) Energie frei. Namentlich infolge der

*) Es möge hier wenigstens noch anmerkungsweise erwähnt werden, daß im Gefolge der entsetzlichen Katastrophe Reggio-Messina auch das kanarische und das Atlas-Gebiet sich weiter geregt haben. Am 3. Januar 1909 war ein nicht unbeträchtliches Beben auf Tenerifa zu spüren, das sich nach 4 Tagen wiederholte, während um den 20. herum Gegenden im Innern Marokkos erschüttert wurden.

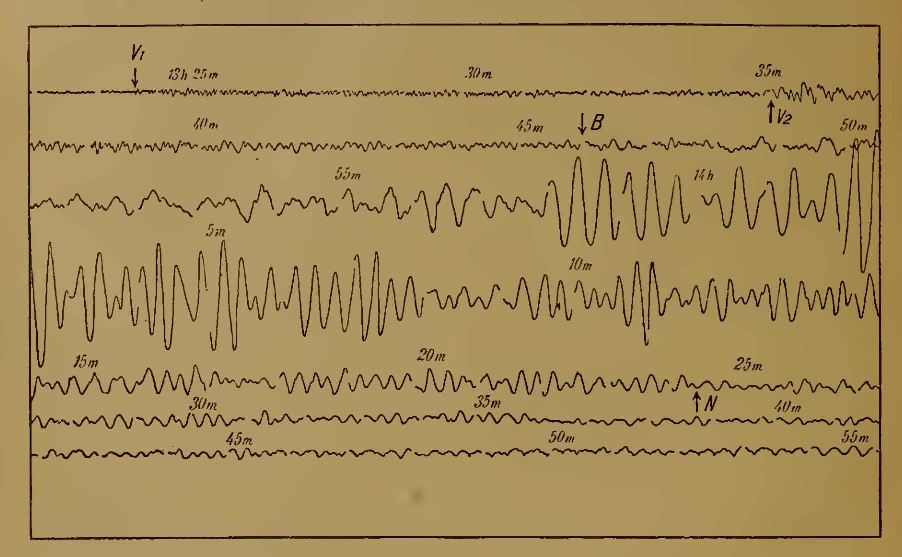
**) Naturw. Rundschau, 22. Jahrg., Nr. 47.

*) Um welche Beträge es sich bei solchen Verschiebungen handelt, beweisen Lotungen in der Meerenge von Messina nach dem Unglück. Dabei fand Prof. Grävenitz-Wien am Südeingange des Kanals eine Tiefe von 450 *m*, wo früher etwa 1000 *m* Tiefe gewesen war.

**) Naturw. Wochenschrift, Bd. VII, Nr. 50 u. 51.

gleitenden Reibung an den unebenen Schollenrändern oder an neu entstandenen Bruchflächen entstehen heftige Erschütterungen, welche die der Gleitfläche benachbarten Schollenteile in elastischen Schwingungen kurzer Periode erzittern lassen. Immer weitere Gesteinsmassen werden von diesen Schwingungen ergriffen, so daß sie bald auch an der Erdoberfläche fühlbar werden.

Da die Aufnahmefähigkeit der Erdrinde für kurzperiodische Schwingungen sehr groß ist, so werden die Erdbebenstöße in dem Gebiete, das senkrecht über dem „Hypozentrum", dem unterirdischen Bebenherde, liegt, in dem sogenannten „Epizentrum", im allgemeinen am stärksten gefühlt. Schon wenige hundert Kilometer vom Epizentrum entfernt, nehmen die menschlichen Sinnesorgane nichts mehr von diesen Schwingungen wahr. An ihre Stelle treten die feinfühligen Erdbebenmeßinstrumente oder Seismometer, die jenseits des Schüttergebiets nicht allein den Vorüberzug der Erdbebenwellen nachweisen, sondern auch die Einzelwellen nach Art und Form aufzeichnen. In einer gewissen Entfernung vom Epizentrum beginnend, zeigen die Aufzeichnungen oder Seismogramme drei Gruppen, Phasen, zusammengehöriger Wellenzüge, nämlich die ersten und zweiten Vorläufer (V_1 und V_2) und die „langen Wellen des Hauptbebens" (B). Nur letztere behalten, unabhängig von der auf der Erdoberfläche gemessenen Entfernung der Beobachtungsstation vom Epizentrum, einen nahezu konstanten Geschwindigkeitswert, während bei den Vorläufern die Geschwindigkeit des Fortschreitens mit dem Abstande vom Epizentrum wächst. Diese Beobachtung zeigt, daß die langen Wellen an der Erdoberfläche dahinziehen, während die Vorläuferwellen in die Erdtiefe hineinsteigen, wo sie Wege schnellerer Fortleitung finden. Natürlich gehen sie allesamt nahezu gleichzeitig vom Epizentrum ab; aber ihre Geschwindigkeit ist, je nachdem sie an der Oberfläche dahinziehen oder die Erdkugel durchqueren, verschieden. Von den im Erdinnern verlaufenden besitzen die Longitudinalwellen die größte Fortpflanzungsgeschwindigkeit; sie werden durch die ersten Vorläufer V_1 vertreten, und ihre an der Erdoberfläche (auf der sie sich aber nicht bewegen) gemessene, also „scheinbare" Geschwindigkeit beträgt 14·1 Kilometer in der Sekunde. Etwas mehr als halb so groß ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit bei den durch die zweiten Vorläufer angezeigten Transversalwellen (V_2 = 7·5 Kilometer). Im Epizentrum erzeugen die austretenden Kugelwellen senkrecht von unten nach oben gerichtete Stöße, und das Epizentrum entsendet dann von sich aus eigene Wellenzüge, Transversalwellen, die längs der Erdoberfläche ihre Kreise ziehen. Diese „Oberflächenwellen", deren mittlere Geschwindigkeit nur 3·8 Kilometer in der Sekunde beträgt, veranlassen gewöhnlich in großer Entfernung vom Epizentrum die größten Schwingungen des Erdbodens und fallen deshalb auf den Seismogrammen am meisten auf, weswegen diese Phase eben als Hauptbeben (B) bezeichnet wird.



Seismogramm des Fernbebens zu San Franzisko, registriert am 18. April 1906 zu Straßburg i. E., Epizentralentfernung 9700 km.

Diese Beobachtungen werfen ein bedeutungsvolles Licht auf die Beschaffenheit des Erdkörpers. Auf Grund von physikalisch-mathematischen Berechnungen läßt sich folgendes behaupten: Im Erdmittelpunkt erreicht die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erdbebenwellen ihren Höhepunkt und nimmt von da nach der Erdoberfläche ständig wieder ab; bei etwa $^4/_5$ des Erdradius tritt ein Stillstand in der Abnahme, eventuell sogar eine kleine Zunahme ein, bis bei etwa $^{19}/_{20}$ des Erdradius

ein rapides Absinken bis zur Oberfläche stattfindet. Dieses Verhalten läßt sich dahin deuten, daß erstens die Erde aus einem Eisenkern und einem Gesteinsmantel besteht, und daß zweitens die Schalendicke dieses Mantels etwa $^1/_{20}$ des Erdhalbmessers beträgt.

Verschiedene, meist im Bau der Erdrinde begründete Umstände bewirken nun, daß sich die Wellen im Seismogramm meist nicht so rein zeigen, wie man nach dem bisher Gesagten annehmen möchte. Namentlich, wenn eine Reihe von Stößen durch die erste Bewegung im Hypozentrum ausgelöst wird, werden den Wellen der normalen Phasen, namentlich aber den „langen Wellen" sekundäre Wellenzüge verschiedener Periode übergelagert, welche mitunter die Normalwelle kaum noch erkennen lassen.

Nach ihrer Ausbildungsweise kann man die folgenden drei Typen von instrumentellen Erdbebenaufzeichnungen unterscheiden:

1. Ortsbeben, die im Epizentralgebiet liegen. Infolge des kurzen Weges tritt im Seismogramm eine Unterscheidung der einzelnen Wellenarten nicht ein. Jeder der einzelnen, in Perioden von 0·5 bis 5 Sekunden eintreffenden Stöße macht sich als solcher im Seismogramm bemerkbar, worauf die Nachbeben (N) das allmähliche Ausklingen der Eigenbewegungen der Scholle anzeigen.

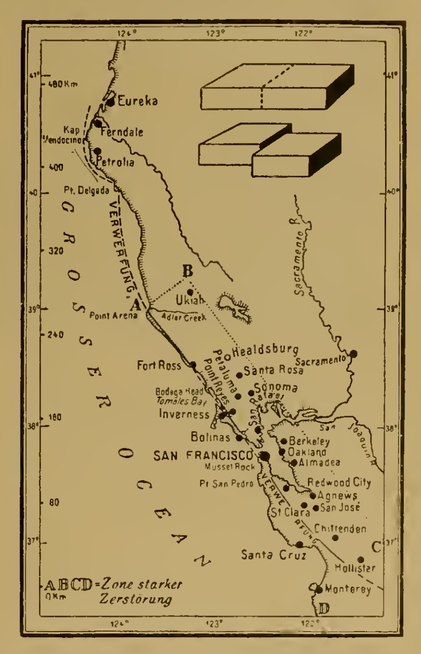
2. Nahbeben mit einer Epizentralentfernung bis zu 1000 Kilometer lassen nur eine Vorphase (V_1) mit Wellenperioden von 1 bis 6 Sekunden erkennen. Dann treten sogleich die langen Wellen des Hauptbebens mit Perioden von etwa 10 Sekunden auf, woran sich die Nachläufer reihen.

3. Fernbeben mit mehr als 1000 Kilometer Epizentrumsabstand zeigen zunächst die beiden Vorläufer und dann die langen Erdoberflächenwellen (Hauptbeben B), deren Periode je nach der Entfernung des Epizentrums zwischen 70 und 20 Sekunden schwankt. Das Hauptbeben läßt sich in drei Unterabteilungen zerlegen, die meist bezüglich des Zeitabstandes und der Weite der Schwingungen unterschieden sind: zuerst lange Perioden und kleine Schwingungsweiten (Amplituden), dann nimmt gewöhnlich die Amplitude stark zu, während die Periode zurückgeht, und schließlich werden beide kleiner. Das Nachbeben (N) beschließt die Registrierung (siehe das Seismogramm des Erdbebens von San Franzisko, registriert zu Straßburg).

Sehr wichtig ist es, die Tiefe des Erdbebenherdes, den Ort des Hypozentrums, zu ermitteln. Durch ein besonderes Rechnungsverfahren ist man zu nachstehenden wichtigen Tatsachen gekommen:

Die Herdtiefe schwankt zwischen sehr weiten Grenzen. Manchmal liegt der Erregungsherd der Erdoberfläche ganz nahe, manchmal in beträchtlicher Tiefe, die jedenfalls bis 200 Kilometer, vielleicht auch noch mehr betragen kann. Jedoch gehören Herdtiefen von 102 beziehungsweise 170 Kilometer bereits zu den zerstörenden Erdbeben mit sehr großem Schüttergebiet; denn die Größe des Schüttergebiets nimmt mit wachsender Herdtiefe zu, während die Bebenstärke in keinem Zusammenhange mit ihr steht. So zeigten z. B. die folgenden Erdbeben nachstehende Stärke, Herdtiefe und Schüttergebiete:

Charleston,	31. Aug. 1886	10%	102 *km*	796.000 *km*²
Indien,	12. Juni 1897	10%	170 „	3,970.000 „
Erdely,	3. Okt. 1880	9½%	10 „	62.400 „
Jokeö,	10. Jan. 1906	9%	6—11 „	29.840 „
Eger,	26. Juni 1903	9%	5 „	8800 „



Übersichtskarte des Erdbebens in Kalifornien am 18. April 1906.

Im Brennpunkte des Interesses steht selbstverständlich die Frage nach den Ursachen der Erdbeben. Vulkanische Ausbrüche, desgleichen Einstürze ausgewaschener Hohlräume können wohl von Erdstößen begleitet sein, jedoch bleiben diese räumlich auf die allernächste Umgebung beschränkt und kommen als eigentliche Erdbeben nicht in Betracht. Beim letzten Vesuvausbruch im April 1906 z. B. waren nur die stärksten Erdstöße noch in Neapel fühlbar, und bei den Ausbrüchen des Ätna vom 29. April bis 6. Mai 1908 ist stets nur von lokalen, wenn auch heftigen Erdstößen, nie von ausgedehnteren Erdbeben die Rede.

Letztere, die Erdbeben von weiter Erstreckung, langer Dauer und anhaltender Heftigkeit, sind das äußerlich fühlbare Zeichen der Auslösung von Spannungszuständen in der festen Erdrinde; diese Auslösung hat Lagenänderungen der Gesteinsschollen, „Dislokationen", im Gefolge, Faltungen, Zerreißungen, Senkungen, Hebungen und Verschiebungen der Felsmassen. Diese Bewegungsvorgänge in der festen Erdrinde beruhen auf der Abkühlung



Staffelförmiges Absinken des Alluvialbodens, Kalifornien 18. April 1906, nahe bei Salinas.

des ehemals glutflüssigen Erdballs. Der Schrumpfung des Erdinnern paßt sich die bereits erkaltete Erdrinde dadurch an, daß ihre Schollen sich zusammendrängen und übereinanderschieben. Daß unter dem Einflusse übergewaltiger Schubkräfte in der Erdrinde Spannungen zwischen und in den Schollen entstehen, ist sicher; sie sind die Ursachen der eigentlichen, der tektonischen oder Dislokations-Erdbeben.

Wie bedeutend diese Spannungen schon in der Nähe der Oberfläche sind, beweist die Erscheinung des Bergschlages oder knallenden Gebirges, die plötzliche, ohne vorhergängiges Anzeichen eintretende und von heftigen Detonationen begleitete Ablösung großer Gesteinsplatten in Bergwerken und Tunnels (siehe Jahrb. V, S. 64). Dabei können sich sogar an der Erdoberfläche erdbebenartige Erscheinungen und ihre Begleitumstände, wie Schwanken der Gegenstände, Risse in Gebäuden und im Erdboden, zeigen.

Das typische Beispiel eines tektonischen Erdbebens ist das von San Franzisko am 18. April 1906. Es erstreckte sich nordwärts über Oregon bis zur Coos-Bay und südwärts bis nach Los Angeles; nach Osten wurde es in dem größeren Teil von Mittelkalifornien und Ost-Nevada gefühlt, besonders deutlich am Ostabhang der Sierra Nevada. Die Zone starker Zerstörung liegt beiderseits einer großen, nordwestlich ziehenden Verwerfung, die sich von der Mündung des Adler Creek bis Hollister auf 600 Kilometer Länge verfolgen läßt. Die Bodenbewegung bei diesem Erdbeben bestand in einer horizontalen Verschiebung längs einer fast vertikalen Bruchfläche der Erdrinde, wobei der Boden auf dem östlichen Flügel um 2 bis 7 Meter nach Südsüdost vorrückte; zugleich senkte sich dieser Ostflügel im Betrage von etwas mehr als 1 Meter im Maximum. Durch diese Bewegung entstand im Boden eine Furche, welche infolge der scherenden Wirkung von zahlreichen Querrissen gekreuzt wurde. Durch den Umstand, daß die Verwerfung die Licht- und Wasserleitungen von San Franzisko durchschnitt und zerriß, wurde die Katastrophe noch verschlimmert: das ausströmende Gas und elektrische Kurzschlüsse verursachten die Feuersbrunst, zu deren Löschung dann das Wasser fehlte.

Von den bisher berührten Schollenbewegungen und Erdbeben tektonischer Art unterscheidet Prof. Sieberg Erdbeben einer zweiten Art, bei denen die Entbindung der schütternden Energie, der Stoß, durch die Kristallisationsvorgänge im eigentlichen Erdinnern hervorgerufen wird. Diese Vorgänge verursachen erst eine Schollenbewegung größeren oder geringeren Umfangs. Allerdings dürfte es in der Praxis ziemlich schwer sein, irgend ein Erdbeben mit Sicherheit dieser Klasse zuzuweisen. Daß solche Veränderungen der tieferen Erdmassen die darüber ruhende Erdhaut zu Bewegungen anregen, hat O. Ampferer bereits dargelegt (siehe Jahrb. VI, S. 52). Im übrigen baut Sieberg seine Ansicht über die Entstehung schütternder Energie im eigentlichen Erdkern auf den Forschungen des Physikers G. Tammann auf, mit denen wir uns ebenfalls schon bekannt gemacht haben (siehe Jahrb. V, S. 60). Die spontanen Umwandlungen, welche infolge der Kristallisations- und Schmelzungsvorgänge im Erdinnern stattfinden, können auch nach Tammanns Ansicht Tiefenbeben von großer Gewalt hervorrufen.

Stoffe und Erscheinungen.

(Physik, Chemie und Mineralogie.)

Neue Elemente und Urelemente. * Flamme, Licht und Spektrum. * Atmosphärische Licht- und Farbenspiele.

Neue Elemente und Urelemente.

Während die Forschung infolge der Entdeckung der Radioaktivität und der anscheinend noch nicht unumstößlich sichergestellten Verwandlung eines Elements in ein anderes in weiter Ferne die Möglichkeit der Entdeckung des Urelements schimmern sieht, tauchen in der Gegenwart immer neue dieser kleinen Plagegeister auf; die meisten treten jedoch in so minimalen Mengen auf, daß ein gewöhnlicher Sterblicher sich von ihnen nur erzählen lassen kann, ohne sie jemals mit leiblichen Augen zu schauen. Jüngst ist es dem Erfinder der Gasglühlichtstrümpfe Auer v. Welsbach gelungen, das bis jetzt für ein Element gehaltene Ytterbium zu spalten und damit zwei neue chemische Elemente aufzufinden. Die Entdeckung ist der Spektralanalyse zu verdanken, und nachdem diese den ersten Fingerzeig gegeben, gelang es mit unendlicher Mühe, durch hundertfaches Umkristallisieren, die beiden Stoffe voneinander zu trennen. Sie sollen Aldebaranium und Cassiopeïum heißen, nach zweien unserer hervorragendsten Sternbilder. Da eine weitere Spaltung durch unsere heutigen Hilfsmittel nicht möglich erscheint, sind sie vorläufig als Elemente anzusehen, während das Ytterbium aus der Liste der letzteren zu streichen ist. Die Funkenspektra der neuen Elemente sind verhältnismäßig linienarm, zählen aber zu den glänzendsten, die man kennt, namentlich das des Cassiopeïums. Das Spektrum des Ytterbiums kann als die Summe der Spektren seiner beiden Bestandteile angesehen werden.

Ein anderes Element ist in einem auf Ceylon vorkommenden Mineral, dem Thorianit, gefunden worden. Es ist ein Metall von dunkelgrauer Farbe, das bei heller Rotglut schmilzt und von dem bisher, wie von den beiden obigen, nur ganz geringe Mengen isoliert werden konnten. Nach mühevoller Arbeit von mehreren Monaten gelang es dem Entdecker, 0·05 Gramm von dem Oxyd des Metalls zu erhalten. Etwa 1,500.000 Kilogramm des Thorianits müßten verarbeitet werden, um 1 Kilogramm des neuentdeckten Minerals abzuscheiden.

Zu den allerseltensten auf der Erde vorkommenden Elementen zählte bisher das Skandium, von dem zurzeit nur wenige Gramm eines nicht einmal ganz reinen Oxyds hatten dargestellt werden können. Es ist dies um so wunderbarer, als Skandium außerhalb der Erde in den anderen Himmelskörpern in offenbar reichlicher Menge vorkommt. Im Sonnenspektrum hat man alle Linien dieses Elements, bis auf die schwächsten, mit völliger Sicherheit wiedergefunden, und die Beobachtungen des Spektrums der Sonnenatmosphäre bei Sonnenfinsternissen lassen sogar keinen Zweifel daran, daß Skandium in der Sonne relativ reichlich vorhanden ist. Das gleiche gilt von den Sternen, in deren Spektren die Skandiumlinien stark auftreten, und zwar nicht bloß in den der Sonne ähnlichen.

Aus diesen Beobachtungen schöpfte Professor Dr. G. Eberhard*) die Vermutung, daß das Element auch auf der Erde reichlich, wenn schon vielleicht in großer Verdünnung vorkomme, und daß man entweder noch nicht genügend nach ihm gesucht oder es bei den Mineralanalysen übersehen habe, wie es ähnlich bei dem Helium geschehen war. Er unternahm es deshalb, das Skandium spektrographisch auf der Erde zu suchen, eine zwar erfolgreiche, aber durchaus nicht leichte Methode; denn die Mineralien der seltenen Erden, besonders die Titanite, Niobate u. s. w., geben ein so außerordentlich linienreiches Spektrum, daß sie zur Aufnahme chemisch vorbearbeitet, d. h. in ihre hauptsächlichsten Bestandteile zerlegt werden mußten. Prof. Eberhard untersuchte 366 Mineralproben aller Art aus den verschiedensten Gegenden der Erde, Erze und Gesteine, und das Hauptergebnis der langen und mühevollen Arbeit war die überraschende Tatsache des allgemeinen Vorkommens des Skandiums auf der Erde. Daher ist es auch natürlich, daß Skandium überall in den Sternen und der Sonne zu finden ist. Der Meteorstein von Pultusk, der gewissermaßen einen Übergang von der Erde zu den Gestirnen herstellt, hatte einen kleineren Skandiumgehalt als die meisten untersuchten Gesteine der Erde. Dagegen ist ein eigentliches Skandiumerz, d. h. ein Mineral, das Skandium als wesentlichen, nicht bloß gelegentlichen Bestandteil führt, von Prof. Eberhard nicht gefunden worden. Irgend eine Gesetzmäßigkeit über das Vorkommen des Skandium in den Mineralien ließ sich nicht feststellen, wenigstens nicht in geologischer Hinsicht; denn es kommt in Gesteinen aus den allerverschiedensten geologischen Zeitperioden vor. So scheint ja auch die Verbreitung der seltenen Erden eine durchaus allgemeine zu sein. Die Mineralien, in denen Skandium am häufigsten anzutreffen ist, sind die Zirkonmineralien, Berille, die Titanate, Niobate und Titanoniobate der seltenen Erden, der Zinnstein, die Wolframerze und die Glimmer.

Auch vom Radium, dieser alle Welt interessierenden zauberhaften Substanz, ist immer erst eine sehr geringfügige, für größere wissenschaftliche Bearbeitung unzulängliche Menge vorhanden. Das größte Quantum ist bisher vom physikalischen Institut der Universität Wien gewonnen worden, nachdem der Staat der Wiener Akademie der

*) Sitzungsber. der Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. 1908, Heft 37/38.

Wissenschaften 10.000 Kilogramm Joachimsthaler Uranpechblende zur Verfügung gestellt hatte. Die Verarbeitung derselben ergab eine Ausbeute von 3 Gramm Radiumverbindungen und 1 Gramm reines Radiumchlorid. Die Kosten der Anschaffung und Verarbeitung beliefen sich auf 25.500 Mark, so daß also ein Gramm ziemlich reines Radium für die verhältnismäßig geringe Summe von 8500 Mark hergestellt wurde. Die in Quarzgefäßen untergebrachten Präparate sollen zunächst dazu dienen, die grundlegenden physikalischen Eigenschaften zu bestimmen, in erster Linie die spontane Wärmeentwicklung durch das Radium.

Bisher war es immer noch zweifelhaft, aus welcher Substanz das Radium letzten Endes denn hervorgehe. Von den bekannten Elementen kamen als Ursubstanz des Radiums nur das Thorium und das Uran in Betracht; denn sie sind die einzigen Elemente mit einem höheren Atomgewicht als Radium, und ein höheres Atomgewicht ist erforderlich, da ja beim Zerfall des betreffenden Elements das Radium übrig bleiben soll. Da nun Radium in der festen Erdkruste sich stets mit dem Uran vergesellschaftet findet, so war letzteres als die gesuchte Ursubstanz anzusprechen. Aber dieser Annahme stellte sich bald eine große Schwierigkeit in den Weg, als man versuchte, aus einer großen Menge radiumfreien Uransalzes die allmähliche Bildung von Radium nachzuweisen. Da man nämlich die ungefähre Zerfalls- und damit auch die Entstehungsperiode des Radiums kennt, so ließ sich leicht berechnen, wieviel Radium sich nach einer bestimmten Zeit aus 1 Kilogramm Uran gebildet haben müßte, zumal die Gegenwart von Radium in den kleinsten Mengen leicht nachzuweisen ist. Ein solcher Nachweis der Entstehung von Radium aus Uran ist jedoch nicht gelungen.

Man war also gezwungen, die unmittelbare Abstammung aufzugeben und anzunehmen, daß zwischen Uran und Radium noch ein oder mehrere Zwischenglieder liefen, mit einer vergleichsweise hohen Lebensdauer, die allmählich aus dem Uran entstehen und dann ihrerseits die Bildung des Radiums bewirken.

Ende 1906 glaubte der Amerikaner Boltwood in dem schon längst bekannten Aktinium die direkte Muttersubstanz des Radiums entdeckt zu haben. Kurz darauf wies Rutherford nach, daß nicht das Aktinium selbst, sondern ein mit ihm verknüpftes unbekanntes Produkt der Erzeuger des Radiums sei. Nunmehr haben Boltwood*) und unabhängig von ihm Dr. Otto Hahn**) diese vermutete Zwischensubstanz in dem Jonium nachgewiesen. Das so benannte neue radioaktive Element ähnelt in seinen chemischen Eigenschaften dem Thorium, entsendet sogenannte α-Strahlen, die in Luft eine Reichweite von etwa 2·8 Zentimeter haben, und wahrscheinlich auch β-Strahlen. Die Zunahme des Radiums in Joniumlösungen weist darauf hin, daß es die Substanz ist, von der unmittelbar Radium gebildet wird. Es ist zweifellos ein Zerfallsprodukt des Uraniums, das zwischen dem Uranium-X und dem Radium steht.

*) Amer. Journ. of Science, IV, ser. vol. XXV.
**) Die Umschau, 12. Jahrg., Nr. 5.

Bei den wohlcharakterisierten chemischen Eigenschaften des „Joniums" ist zu hoffen, daß es sich aus thoriumfreien oder thoriumarmen Uransalzen ohne große Schwierigkeit darstellen lassen wird. Ob die Lücke zwischen dem Uran und dem Radium mit diesem neuen Körper völlig ausgefüllt ist, oder ob noch andere bis heute unbekannte Zerfallsprodukte des Uran die genetische Beziehung des Radiums zu jenem schwersten aller Elemente vermitteln helfen, muß die nächste Zukunft lehren. Das Atomgewicht des Radiums ist kürzlich von Frau Curie und T. S. Thorpe von neuem bestimmt worden, es beträgt danach 226·45 beziehungsweise 226·7.

Das merkwürdige Verhalten der radioaktiven Stoffe läßt bisher nur eine befriedigende Erklärung zu, nämlich die, daß in den also sich betätigenden Stoffen ein Zerfall der Einzelatome stattfinde, ein Vorgang, der sich jedoch nicht auf diese Stoffe beschränkt, sondern in vielen, vielleicht in allen Elementen vor sich geht. Dieser Prozeß scheint vollkommen spontan, von keiner äußeren Einwirkung beeinflußt zu sein; denn es ist trotz vielfachen Bemühungen bisher nicht gelungen, die Geschwindigkeit des Atomzerfalls zu beeinflussen und eine Abänderung der Energieausbeute zu beobachten. Es wäre von hohem Interesse, ein Verfahren zu ermitteln, durch das diese Ausgabe von Atomenergie beliebig angeregt oder verzögert werden könnte. Da die radioaktiven Körper, die dauernd eine große Energiemenge ausstrahlen, für diesen Zweck zu schwierig zu behandeln sind, wandte man sich der einfacheren Art von Atomzerfall zu, die durch das Auftreffen von Röntgenstrahlen auf eine Metallfläche bewirkt wird. Aus dieser werden dann außer den „sekundären" Röntgenstrahlen negativ geladene Partikel ausgesandt, die das elektrische und magnetische Feld abzulenken vermag. Diese Partikel, die Kathodenstrahlen, weisen auf einen Atomzerfall hin, der dem der radioaktiven Elemente ähnelt; die Kathodenstrahlen wären dann Körperchen, die von den Atomen des Elements ausgeschleudert würden. Da ferner nach den neuesten Theorien der Elektrizitätsleitung in den Leitern eine große Zahl freier Korpuskeln (Körperchen) vorhanden sind, die zu den Atomen in keiner Beziehung stehen, so könnten es auch diese Elektronen sein, die beim Aufprall der Röntgenstrahlen herausgezogen und herausgeschleudert würden.

Die Entscheidung, welche von diesen beiden Annahmen richtig sei, wird durch die Messung der Geschwindigkeit der ausgesandten Korpuskeln ermöglicht. Rühren sie von dem Atomzerfall her, so wird ihre Geschwindigkeit, unbeeinflußt von der Energie der Röntgenstrahlen, die von der Energie der Explosion des Atoms bedingte sein. Die Zahl der ausgesandten Zerfallskörper kann eine verschiedene sein; ihre Geschwindigkeit wird aber nur bei verschiedenen Elementen verschieden sein wegen des Unterschiedes der inneren Atomstruktur, die eine verschiedene Energiemenge zum Eintritt der Explosion sowie eine verschiedene Heftigkeit der Explosion bedingen wird. Sind es aber freie Korpuskeln, die durch den Aufprall der Röntgenstrahlen herausgeschleudert werden, so wird mit

der wechselnden Intensität dieser Strahlen auch eine Änderung ihrer Geschwindigkeit eintreten. Diesen Überlegungen folgend, hat P. D. Innes Messungen über die Geschwindigkeit angestellt, welche bei der Einwirkung von Röntgenstrahlen auf Metalle die von den Metallen ausgesandten Körperchen zeigen.*)

Bekanntlich unterscheidet man harte Röntgenstrahlen, d. h. solche, die in nahezu luftleeren (sehr hoch evakuierten) Röhren entstehen und selbst dicke Eisenplatten durchdringen können, und weiche, die in weniger evakuierten Röhren erzeugt werden und kaum die Fleischmasse einer Hand durchdringen. Die Versuche Innes' wurden mit beiden Strahlenarten an verschiedenen Metallen, Blei, Silber, Zink, Platin und Gold, angestellt, indem er zur Bestimmung der Geschwindigkeiten die magnetische Ablenkung der von dem getroffenen Metall ausgeschleuderten Korpuskeln benützte. Die Kathodenstrahlen fielen im Vakuum (luftleeren Raum) auf eine photographische Platte und erzeugten da scharfe Bilder der unter Einwirkung eines Magnetfeldes entstandenen Ablenkung, die dann bequem gemessen werden konnten. Es erwies sich, daß durchweg die Geschwindigkeit der von jedem Metall ausgesandten schnellsten Elektronen**) völlig unabhängig von der Intensität der Primär-Röntgenstrahlen ist, aber mit der Härte der Röhre wächst. Die wahrscheinlichste Theorie zur Erklärung sämtlicher beobachteter Erscheinungen ist die Theorie des Atomzerfalls. Es wird gezeigt, daß die Geschwindigkeit des emittierten Elektrons zu groß ist, um von der Einwirkung der elektrischen Kraft in dem Impuls der Röntgenstrahlen erzeugt zu sein. Zu demselben Ergebnis ist übrigens auf Grund seiner allerdings nur mit einem Metall angestellten Untersuchungen unabhängig von Innes und früher als er Herr Bestelmeyer gekommen.

Der Zerfall der Atome sowie der Umstand, daß ein Element in ein anderes von geringerem Atomgewicht überzugehen vermag, beides bringt uns den Gedanken an das Vorhandensein eines oder einiger Urelemente wieder nahe. Zwar ist neuerdings von berufener Seite die Transmutation der Elemente auf Grund der Nachprüfung von Ramsays überraschenden Versuchen (s. Jahrb. VI, S. 78) angefochten. Anderseits berichtet jedoch F. Soddy***), daß seine Experimente über die Erzeugung von Helium aus Uranium und Thorium, obwohl noch nicht abgeschlossen, diese Umwandlung zu bestätigen scheinen, und Rutherford vermutet, daß das Helium und der Wasserstoff, die leichtesten zurzeit bekannten Gase, als solche „Urelemente" in Betracht kämen. Daß die Tatsachen der Radioaktivität und Atomzerspaltung auch noch andersgerichtete Vermutungen über die Urnatur der Materie begünstigen, wird einer der folgenden Abschnitte zeigen.

Die oben berührten Ausschleuderungen minimaler Korpuskeln aus den Atomen der Elemente legen den Schluß nahe, daß sich im Laufe der Zeit ein Gewichtsverlust einstellen müsse, und dieser Schluß schien durch Untersuchungen, die Professor Landolt seit 1893 angestellt, für zwei Fälle chemischer Reaktionen bestätigt zu werden, obwohl dies einem Grundgesetz der Chemie widersprochen hätte, wonach die Masse eines von der Außenwelt abgeschlossenen Systems konstant ist, gleichviel welche Umsetzungen innerhalb des Systems vor sich gehen mögen. Über die betreffenden Fälle, in denen eine allerdings äußerst geringe Abnahme des Gewichts eingetreten war, ist früher berichtet worden (s. Jahrb. V, S. 96). Die Gewissenhaftigkeit des Forschers beruhigte sich jedoch nicht hiebei, sondern er setzte seine Arbeit, ein Muster von Genauigkeit in jeder Hinsicht, in der physikalisch-technischen Reichsanstalt fort, um festzustellen, ob die beobachtete Gewichtsabnahme eine reale Tatsache sei oder auf einer bisher unbeachteten oder unbekannten Fehlerquelle beruhe. Das Ergebnis dieser neuen Untersuchungen*) war, daß letzteres der Fall sei; die Gewichtsabnahme rührte daher, daß die bei den Experimenten erwärmten und ausgedehnten Gefäße bei der Nachprüfung mit der Wage nach drei Tagen ihr ursprüngliches Volumen noch nicht wieder erreicht hatten. Erst nach zehn bis zwanzig Tagen nahmen sie dasselbe wieder an, und der durch diese Erscheinung verursachte Fehler hatte die Gewichtsabnahme bei den Reaktionen vorgetäuscht.

Nicht um Gewichts-, aber um merkwürdige Zustandsänderungen handelt es sich bei Versuchen, die eine Anzahl Forscher mit Eis und verschiedenen Metallen vorgenommen haben**). Diese Versuche zeigen, daß die anscheinend festen Grenzen zwischen flüssigen und gasförmigen sowie zwischen festen und flüssigen Körpern in Wirklichkeit nicht existieren und daß genaue Grenzen für diese Zustandsformen sich oft bei einem und demselben Körper nicht angeben lassen oder wechseln, je nachdem der Körper im amorphen festen oder im kristallinischen Zustande sich befindet.

Gefrorenes Wasser z. B. hat kristallinisches Gefüge, wenn auf gewöhnliche Art entstanden; kühlt man es aber unter zwei- bis dreitausend Atmosphären Druck auf — 60 Grad ab, so wird es in einen neuartigen Körper verwandelt, der dichter ist als gewöhnliches Eis und in diesem Zustande auch bei gewöhnlicher Gefriertemperatur verharrt, wenn der Druck bis auf 10.000 Atmosphären gesteigert wird. Mit anderen festen Körpern hat man ähnliche Erfahrungen gemacht. Kahlbaum hat Probestäbe von verschiedenen Metallen hydrostatischen Drucken bis zu 20.000 Atmosphären unterworfen und dabei gleichfalls Veränderungen ihres Zustandes, Verminderungen der Dichte, festgestellt. Dabei veränderten die Stäbe auch ihre Abmessungen, verlängerten oder verkürzten sich je nach den Um-

*) Proceedings of the R. Society, ser. A., vol. 79, p. 442; Referat in Nat. Rundsch., XXIII. Jahrg., Nr. 4.

**) Als Elektron ist die kleinste bei der Elektrolyse auftretende Menge von Elektrizität aufzufassen, die mit einem neutralen Atom verbunden ein Ion ergibt. Die Ionen sind also chemische Verbindungen eines oder mehrerer Elektronen mit einem Atom.

***) London, Edinb. and Dubl. Phil. Magaz., vol. 16 (1908), Nr. 94.

*) Sitzungsber. der K. Preuß. Ak. der Wiss. 1908, S. 126.

**) Engineering 1908, 24. Juli.

ständen und verloren ihre Politur. Spring fand diese Ergebnisse bei Ziehversuchen bestätigt. Die durch ein Zieheisen hindurchgezogenen Metallstäbe büßten infolge des großen Drucks von ihrer Dichte ein, ausgenommen Wismut, das, im allgemeinen sehr zerbrechlich, im gezogenen Zustande so biegsam wird, daß man es zum Knoten schlingen kann.

Es können also feste Körper durch außerordentlich hohe Drucke in einen amorphen Zustand übergeführt werden, für den es eine feste Grenze zwischen den drei Aggregatzuständen fest, flüssig und luftförmig nicht gibt. Das läßt interessante Schlüsse auf den Zustand der Materie im Erdinnern zu, die den gewöhnlichen Anschauungen über diese Frage teilweise widersprechen. G. Tammann hatte auf Grund seiner Versuche geschlossen, daß die Materie des Erdballs infolge der Druck- und Temperaturverhältnisse im Innern sich in amorphem Zustande befinde, während mehr gegen die Oberfläche der kristallinische Zustand herrsche, und die Forschungen von E. Wiechert und K. Zoeppritz*) über Erdbebenwellen führten zu dem auch von früheren Forschern angenommenen Schlusse, daß die Erde im Innern nicht nur fest, sondern auch zweiteilig sei, u. zw. so, daß sie aus einem spezifisch schweren Metallkern bestehe, der von einem Steinmantel umgeben sei. Bei den hohen Drucken, die schon wenige Kilometer unterhalb der Erdoberfläche herrschen, müssen die Felsen und Mineralien ohne weiteres als flüssig angenommen werden. Dabei braucht ihre Festigkeit keineswegs geringer zu sein als die des Stahles. Aber ihr flüssiger Zustand bewirkt, daß sie der leisesten Störung im Gleichgewichte der auf sie einwirkenden Kräfte nachgeben, wenn auch erst im Verlauf beträchtlicher Zeiträume. Vielleicht sind diese Zustände des Erdinnern auch der Anlaß zur Bildung radioaktiver Stoffe auf synthetischem Wege, die Ursache des Uranvorkommens, eine Annahme, die jedoch erst der Bestätigung bedarf.

Flamme, Licht und Spektrum.

Die Flamme in ihren verschiedenen Formen ist dem Menschen etwas so Alltägliches, Selbstverständliches, daß den meisten wohl Zeit ihres Lebens die Frage, was denn die Flamme eigentlich sei, keine Minute des Nachdenkens kostet. Und auch die Wissenschaft ist hinsichtlich der Flamme lange die Wege des Alltagsmenschen gegangen. Das Thema von der Flamme hat, so beginnt A. Smithells**) eine gehaltvolle Rede über ihre Eigenschaften, nach langer Ruhepause während der letzten Jahre viel Interesse erregt, es sind erhebliche Fortschritte zur Aufklärung des Themas gemacht, obwohl hier, wie überall in der Wissenschaft, bei weiterem Vorrücken und Aufhellen die Menge des noch Unerforschten eher zu wachsen als abzunehmen scheint. Hören wir deshalb, was Smithells, der gerade diesen Gegenstand zu seinem besonderen Forschungsfelde erkoren hat, uns darüber mitzuteilen vermag.

*) Nachr. der K. Gesellsch. d. Wiss. Götting. 1907, math.-phys. Kl.
**) Nature, vol. 76, Nr. 1971.

Eine große Klärung der Ansichten hat stattgefunden über die Frage, bei welcher Temperatur denn in irgendeinem gegebenen Falle das Phänomen der Flamme sichtbar werde. Die alte Vorstellung, daß die Flammenbildung bei einer bestimmten Temperatur plötzlich eintrete, läßt sich nicht mehr aufrechterhalten, und der Ausdruck „Entzündungstemperatur" hat eine andere Bedeutung bekommen. Man weiß gegenwärtig, daß in sehr vielen Fällen eine Mischung zweier flammenbildender Gase, wenn ihre Temperatur langsam erhöht wird, ganz allmählich Helligkeit entwickelt, schritthaltend mit der chemischen Verbindung, die erzeugt wird. Dieses Phänomen ist nur beim Phosphor allgemein bekannt, wenig bei anderen brennbaren Stoffen, so daß meistens der Eindruck entsteht, die Phosphoreszenz des Phosphors sei etwas einzig Dastehendes. Allerdings bietet auch diese längst bekannte Erscheinung noch Rätsel, deren Lösung jetzt erst allmählich zu gelingen scheint.*)

Schon lange ist bekannt, daß die sogenannte „Phosphorluft", die in der Nähe von feuchtem, unter Leuchterscheinungen oxydierenden Phosphor entsteht, ein ziemlich beträchtliches elektrisches Leitungsvermögen besitzt, weshalb man schon lange einen Zusammenhang zwischen der Oxydation, der Phosphoreszenz und der Leitfähigkeit annahm. Nun ist es endlich R. Schenck und einigen seiner Schüler gelungen, zu zeigen, daß die Leitfähigkeit der Phosphorluft ebenso wie die Leuchterscheinungen auf die Anwesenheit des Phosphortrioxyds ($P_4 O_6$) zurückzuführen sind, eines durch Oxydation des Phosphors bei unzureichender Luftzufuhr entstehenden, wachsartige weiße Kristalle bildenden, bei 22 Grad schmelzenden, sehr flüchtigen Stoffes. Dieses Trioxyd zeigt die für das Phosphorleuchten charakteristischen Phänomene in voller Deutlichkeit. Das Leuchten dieses Stoffes ist wie das des Phosphors an dieselben bestimmten Partialdrucke des Sauerstoffes gebunden; oberhalb und unterhalb dieser Drucke tritt das Leuchten nicht auf. Beginnt man mit einem oberhalb der Leuchtgrenze gelegenen Druck und erniedrigt diesen bei gleichbleibender Temperatur allmählich, so tritt zunächst intermittierendes (in Zwischenräumen aussetzendes) Leuchten auf, dessen Periode sich immer mehr verkürzt, bis schließlich das zusammenhängende, ununterbrochene Leuchten da ist. Auf umgekehrtem Wege läßt sich die Erscheinung in gleicher Weise wieder zurückbilden. Beim Phosphortrioxyd läßt sich außer den für das Leuchten erforderlichen Druckverhältnissen und der Intermittenz noch eine dritte für die Phosphoreszenz des Phosphors bezeichnende Erscheinung beobachten: die Dämpfe vieler organischer Stoffe (von Terpentin, Benzol, Äther, Schwefelkohlenstoff u. a.) üben einen mehr oder weniger stark hemmenden Einfluß auf das Phosphoreszieren aus, während doch bekanntlich die Gegenwart geringer Mengen von Wasser für das Eintreten des Leuchtphänomens notwendig ist. Der eigentliche Mechanismus der Jonenbildung, die das Leitvermögen der Phosphorluft bedingt, ist noch unbekannt.

*) Zeitschr. f. physik. Chemie, Bd. 62 (1908), 179. Berichte der D. Chem. Gesellsch., Bd. 30, S. 1506.

Smithells zeigt nun, daß die Phosphoreszenz des Phosphors durchaus nicht vereinzelt dasteht. Schwefel, Arsenik, Schwefelkohlenstoff, Alkohol, Äther, Paraffin und eine ganze Schar anderer Verbindungen, anorganischer und organischer, phosphoreszieren ebenso echt wie der Phosphor; phosphoreszierende Verbrennung ist tatsächlich das normale Phänomen, das dem, was wir gewöhnlich Flamme nennen, vorausgeht.

Das steht auch in Übereinstimmung mit der allgemeinen Wahrheit, daß chemische Verbindung zwischen zwei Gasen nicht plötzlich einsetzt, sondern ganz allmählich in die Erscheinung tritt, wenn die Temperatur über einen bestimmten Punkt erhöht wird. Die Zunahme in der Geschwindigkeit der Verbindung ist, verglichen mit der Temperaturzunahme, meist eine sehr schnelle, das Intervall zwischen dem Beginn der Phosphoreszenz und der Erzeugung kräftiger Flammen kann daher sehr kurz sein. Beim Phosphor umschließt dieses Intervall, das von 7 bis 60 Grad reicht, die gewöhnlichen atmosphärischen Temperaturen. Läge die irdische Temperatur hauptsächlich unter 7⁰ C, wo unter normalem Luftdruck die Phosphoreszenz des Phosphors aufhört, so hätte dieses Element möglicherweise niemals seinen besonderen Ruf erlangt. Im Dunkeln hätte es nicht geleuchtet, und beim Anzünden mittels eines Wachsstockes wäre das phosphoreszierende Intervall ebenso schnell überschritten worden, wie es bei der Entzündung von Schwefel, Paraffin u. a. gewöhnlich der Fall ist. Um die Phosphoreszenz bei diesen Stoffen sichtbar zu machen, muß unter besonderen Vorsichtsmaßregeln eine Mischung des brennbaren Gases und der Luft langsam erhitzt und bei einer Temperatur erhalten werden, die sich der Entzündungstemperatur nähert, ohne sie ganz zu erreichen. Der einfachste Weg dazu ist, die brennbare Substanz nahe an oder in Berührung mit einer massiven Metallkugel zu bringen, die vorher bis auf die erforderliche Temperatur erhitzt worden ist.

Der Übergang von der Phosphoreszenz zur gewöhnlichen Flamme geschieht nicht plötzlich, sondern das Auftreten der letzteren bildet den Endpunkt einer ununterbrochenen, wenn auch schnellen Entwicklung. Dieser Endpunkt ist die Temperatur der Entzündung. Eine klare Vorstellung von der Bedeutung der Entzündungstemperatur können wir durch folgende Überlegung erhalten: Denken wir uns ein brennbares Gasgemisch, z. B. von Luft und Schwefelkohlenstoffdampf, durch eine Öffnung in eine indifferente Atmosphäre eintretend. Umgeben wir die Öffnung mit einem Platindrahtring, der allmählich durch einen elektrischen Strom erhitzt wird, so wird allmählich eine Flamme zum Vorschein kommen. Wird dann sofort das Erhitzen des Drahtes durch den Strom unterbrochen, so wird die Flamme verschwinden: sie erhält sich nicht selbst, sondern ist abhängig von der Wärmezufuhr durch den elektrisch erhitzten Draht. Wenn wir nun den Ring stärker erhitzen, so wird eine hellere Flamme entstehen, die auf einen erhöhten Grad chemischer Tätigkeit zurückzuführen ist, und schließlich werden wir einen Punkt erreichen, wo der elektrische Strom unterbrochen werden kann, während die Flamme weiterbrennt. Das ist dann die wahre Entzündungstemperatur, die Temperatur, bei der die Reaktion in einem Grade anhält, der genügt, um durch Strahlung, Leitung und Konvektion*) von der brennenden Gasschicht den Wärmeverlust zu überwiegen, so daß die nächste Gasschicht in gleichen Zustand gerät und die Verbrennung andauernd wird.

So einfach danach die Vorstellung von der „Entzündungstemperatur" hienach erscheint, so gibt es doch noch viele dunkle Tatsachen, die mit der Entzündung von Gasen verknüpft sind. Die Entzündbarkeit eines Gasgemisches ist nicht notwendigerweise am größten, wenn die Bestandteile in dem Verhältnis gemischt sind, das für eine vollkommene Verbindung theoretisch, nach chemischer Berechnung, erforderlich ist. Der Einfluß fremder Gase scheint keinem einfachen Gesetz zu folgen; die Gegenwart einer sehr kleinen Menge eines fremden Gases kann einen großen Einfluß auf die Entzündungstemperatur ausüben, z. B. wenn dem Wasserstoff, der sich mit einem anderen Gase unter Entzündung verbinden soll, Äthylen (C_2H_4) zugesetzt ist. Ist eine Mischung von Methan (Sumpf-, Grubengas, CH_4) und Luft auf ihre Entzündungstemperatur gebracht, so verstreicht eine merkbare Frist (etwa 10 Sekunden), bis Entflammung erfolgt. Ähnliche Tatsachen ergeben sich beim Studium des Einflusses, den die Feuchtigkeit auf chemische Veränderungen ausübt, und insbesondere das Studium der Oxydation des Phosphors führt zwischen Klippen und Untiefen.

Des weiteren wendete sich Smithells der Frage nach der Struktur der Flamme zu. Den inneren Bau der Flamme hat man stets als abhängig von den chemischen Veränderungen angesehen, die in den verschiedenen Regionen der Flamme stattfinden. In einer Flamme wie der des Wasserstoffs oder Kohlenoxyds, wo wahrscheinlich dieselbe Art chemischer Umwandlung in der ganzen Verbrennungsregion stattfindet, ist deshalb keine Verschiedenheit der Struktur zu finden. Irrtümer sind allerdings entstanden durch Benützung unreiner Gase. So wird Wasserstoff noch immer als mit blaßblauer Flamme brennend beschrieben, obgleich längst festgestellt ist, daß man bei Verwendung sehr reinen Gases in staubfreier Luft die Flamme selbst in einem Dunkelzimmer nur durch das Gefühl entdecken kann, eine Tatsache, die sich daraus ergibt, daß das Linienspektrum des Wasserstoffs ganz in Ultraviolett liegt. Reines Kohlenoxyd verbrennt in einschaliger blauer Flamme, aber schon die Gegenwart einer sehr kleinen Menge freien Sauerstoffs zerstört die vollkommene Einfachheit dieser Schale. In anderen Flammen verursachen kleine Mengen gasiger Verunreinigungen oder atmosphärischen Staubes Strukturformen und Höfe, die häufig als Zubehör der Flamme der sich verbindenden Gase angesehen werden. Der Rand einer Flamme in der Luft wird oft durch die Gegenwart von Stickstoffoxyden gefärbt.

*) Unter Konvektion von Wärme in Gasen oder Flüssigkeiten versteht man die Wärmeleitung durch Strömung infolge der durch die Erhitzung bedingten lokalen Verminderung der Dichte.

Gegenstand der häufigsten Untersuchungen sind die Flammen der Kohlenwasserstoffe gewesen. Zweierlei galt es hier zu ermitteln: erstens, die Stufen in der Oxydation des Kohlenwasserstoffs zu verfolgen; zweitens, die glänzenden gelben Lichtflächen zu erklären. Letzteres, das Leuchten, ist nach Smithells hauptsächlich der Abscheidung von kleinen festen Teilchen dessen, was wirkliche Kohlenstoff ist, inmitten der Flamme zuzuschreiben. Die Abscheidung scheint am besten erklärt zu werden durch die hohe Temperatur der blau brennenden Wände der Flamme, die den unverbrannten Kohlenwasserstoff im Innern ersetzt. In gleicher Weise werden Arsenik, Schwefel und Phosphor frei innerhalb ihrer Hydride (Wasserstoffverbindungen); doch erscheinen diese Elemente, da sie flüchtig sind, nicht als feste Körper, falls nicht ein kalter Gegenstand in die Flamme gehalten wird.

Der Verlauf der Oxydation von Kohlenwasserstoffen ist sehr sorgfältig und erfolgreich studiert worden. Die Ansicht, daß dabei vorzugsweise eine Oxydation des Wasserstoffs stattfinde, daß bei beschränkter Sauerstoffzufuhr der Wasserstoff oxydiert und der Kohlenstoff frei würde, läßt sich nicht mehr aufrecht erhalten; das Gegenteil ist vielmehr der Fall: explodiert z. B. Äthylen mit seinem eigenen Volum Sauerstoff, so wird der ganze Kohlenstoff oxydiert und der Wasserstoff bleibt frei zurück. Diese und andere dementsprechende Tatsachen rechtfertigen es, von einer bevorzugten Oxydation des Kohlenstoffs, nicht des Wasserstoffs zu sprechen. Die Art der Verbrennung von Kohlenstoff, ob in freiem Zustande oder als Teil einer Verbindung, ist durchaus nicht leicht zu bestimmen, so daß die so einfach erscheinende Frage, ob Kohlenstoff Kohlenoxyd bildet durch direkte Verbindung mit Sauerstoff oder nur durch Reduktion von Kohlendioxyd, noch immer unentschieden ist.

Sehr fortgeschritten sind unsere Kenntnisse hinsichtlich der Flammentemperaturen. Früher schwankten die Angaben über die Hitze des in einem Bunsenbrenner verbrennenden Leuchtgases zwischen 1230 und 2350° C. Jetzt ist durch den Gebrauch des für Flammen entsprechend konstruierten Thermoelements die Maximaltemperatur für die Bunsenflamme auf 1770, 1780, beziehungsweise 1850 Grad festgestellt. Die Azetylen-Sauerstoffflamme, in der eine Temperatur von etwa 3500 Grad herrscht, nicht sehr verschieden von der des elektrischen Bogens, ist die heißeste unter den Kohlenwasserstoffflammen und wichtiger praktischer Anwendung fähig.

Der Mechanismus des Leuchtens, die Entwicklung von Helligkeit in den Flammen, hat die verschiedensten Erklärungen gefunden. Gegenwärtig bringt man das Leuchten mit der Elektronentheorie in Zusammenhang. Arrhenius ist jüngst zu der Ansicht gekommen, daß die elektrische Leitfähigkeit der Salzdämpfe enthaltenden Flammen auf die Jonisation des Salzes innerhalb des ganzen Volumens der Flamme zurückzuführen sei. Vielleicht könnte das Leuchten ebenso dem im ionisierten Zustande abgeschiedenen Metall zugeschrieben werden. Doch so manche Hypothese schon aufgestellt ist und so manches Experiment zu deren Erhärtung schon ausgeführt ist, die Frage nach dem Zustand des leuchtenden Gases ist von der endgültigen Lösung noch weit entfernt.

Daß in der Flamme elektrische Vorgänge sich abspielen, ist seit den interessanten und wichtigen Untersuchungen Lenards sicher. Er hat gezeigt, daß der von einem Natriumsalz in einer Bunsenflamme erzeugte leuchtende Dampf in einem elektrischen Felde derart abgelenkt wird, daß man annehmen muß, der Dampf sei positiv geladen; doch wechselt nach ihm der geladene Zustand mit dem ungeladenen (neutralen) ab. Die von Lenard begonnenen, von Prof. J. Stark und L. Janicki fortgesetzten Untersuchungen der Spektra erklären diesen Wechsel vollkommen (s. Jahrb. V, S. 106), und wir brauchen uns zum Zweck des vollen Verständnisses dieser für den Bau der Atome wichtigen Erscheinung nur noch den Begriff der „Serien" im Spektrum zu vergegenwärtigen.

Auf den ersten Anblick findet man bei Betrachtung der Spektra der Elemente wenig, was an Gesetzmäßigkeit erinnern könnte. Gewöhnlich scheinen die Linien, starke und schwache, gänzlich nach dem Zufall verteilt zu sein; nur ist es sehr auffällig, daß die Zahl der Linien in dem blauen und violetten Teil des Spektrums meistens viel größer ist als im roten und gelben Teile. Bei genauerer Betrachtung ergeben sich aber doch gewisse Gesetzmäßigkeiten. So folgen z. B. beim Wasserstoff die Linien von Rot beginnend nach Violett ganz regelmäßig in immer kürzeren Abständen, bis sie schließlich im Ultraviolett, ganz dicht zusammenliegend, plötzlich aufhören. Manche Elemente besitzen auffallende zwei- oder dreifache Liniengruppen, die in allen Teilen des Spektrums immer wiederkehren. Auch einfache Elemente, wie Sauerstoff und Wasserstoff, liefern Bänder, in denen die Linienverteilung zweifellos eine gesetzmäßige ist.

Für die Wasserstofflinien wurde schon 1885 eine einfache mathematische Formel der Aufeinanderfolge entdeckt. So einfache Verhältnisse wie hier existieren bei den Linien anderer Elemente nicht. Aber auch bei diesen anderen Elementen ist es schließlich gelungen, ähnliche, wenn auch beträchtlich kompliziertere Beziehungen aufzufinden, und zwar sämtlich von derselben Form. Diese Gesetzmäßigkeit erfüllt, wie schon die Balmersche Formel, die Bedingung, daß die Linien nach dem Violett zu immer enger zusammenstehen. Bezeichnet man die der Formel Balmers sich einordnenden Linien als die Hauptserie des Elements, so erhalten wir für die übrigen Spektrallinien desselben eine oder zwei Nebenserien. Die Linien der Hauptserie sind alle scharf und erscheinen leicht umgekehrt, d. h. bei der Verdampfung des betreffenden Elements im elektrischen Lichtbogen findet leicht Absorption (Verschluckung gewisser Strahlengattungen) in den kälteren äußeren Teilen des Bogens statt und die helle Emissionslinie zeigt eine dunkle Linie in ihrer Mitte. Die Linien der ersten Hilfsserie sind kräftig und verwaschen, außerdem ebenfalls leicht umkehrbar, die der zweiten sind schwach, scharf oder nur einseitig verwaschen und erscheinen niemals umgekehrt.

Lenard nimmt nun an, daß die Hauptserie von elektrisch neutralen Atomen ausgesandt wird, die Linien der ersten, zweiten, dritten Nebenserie von Atomen, die durch Verlust von einem, zwei oder drei Elektronen verschiedenartig positiv geladen sind.

Eine merkwürdige Beobachtung an den Spektrallinien hat man ferner bei Betrachtung des sogenannten Zeemann-Phänomens gemacht. Dieses Phänomen äußert sich darin, daß die von einer Bunsenflamme erzeugten Natriumlinien eine gewisse Verbreiterung erfahren, sobald ein kräftiges magnetisches Feld auf die Flamme einwirkt. Es findet hier eine unmittelbare Einwirkung der magnetischen Kräfte auf die Schwingungen der Jonen oder die Lichtschwingungen statt. Wird nun diese so beeinflußte Flamme durch ein Spektroskop betrachtet, so erscheint, wenn die Beobachtung senkrecht zur Richtung der magnetischen Kraftlinien stattfindet, jede Spektrallinie in zwei (ein Duplet) aufgelöst, bei Betrachtung in der Richtung der Kraftlinien dagegen in drei (ein Triplet). Man kann also sagen, das Zeemannsche Phänomen besteht darin, daß die Spektrallinien eines Elements durch magnetische Kräfte in mehrere aufgespalten werden. Die Wirkung des Magneten auf die Spektrallinie ist allerdings sehr schwach, und es bedarf sehr feiner Hilfsmittel, besonders der sogenannten Stufengitter (als Ersatz der Prismen und Gitterprismen), um diese Wirkung zu beobachten. Das Zeemannsche Phänomenen liefert den Beweis, daß die Schwingungen leuchtender Gase durch negative Elektronen hervorgerufen werden.

An der Hand dieser Begriffe wenden wir uns einigen neueren Ergebnissen der Spektralanalyse zu.

In einer Arbeit über die Spektra des Sauerstoffes und den Dopplereffekt bei Kanalstrahlen kommt J. Stark*) zu einigen bemerkenswerten Ergebnissen.

Fassen wir, sagt Stark, die Serienlinien, ferner die im Lichtbogen und Funken erscheinenden Linien, die bis jetzt noch nicht in Serien geordnet sind, unter der Bezeichnung „Linienspektra" zusammen, so können wir auf Grund der untenstehenden Tabelle folgenden allgemeinen Satz aussprechen, der bis jetzt allen Prüfungen standgehalten hat: die Träger der Linienspektra der chemischen Elemente sind ihre positiven Atomionen. Dazu tritt als weiteres spezielles Resultat der Satz: Wie die spektralanalytische Untersuchung zeigt, kann ein Atom desselben chemischen Elements positive Atomionen von verschiedener Wertigkeit bilden, also durch die elektrische Dissoziation (Zersetzung des Atoms) eins oder mehrere negative Elektronen verlieren.

Während die zwei vorstehenden Sätze experimentell gut begründet erscheinen, hält Stark einen früher von ihm aufgestellten Satz für nicht genügend durch das Experiment gestützt, nämlich die Folgerung, daß Dupletserien von einwertigen, Tripletserien von zweiwertigen positiven Atomionen ausgesandt werden. Es scheint ihm jetzt durch die bisherigen Beobachtungen nicht ausgeschlossen, daß dasselbe positive Atomion sowohl Duplet- als auch Tripletserien emittieren kann.

Noch ein anderes wichtiges Ergebnis ist aus der unten wiedergegebenen Tabelle zu entnehmen. Obwohl in der Chemie Helium und Argon keine Valenzen betätigen*), vermögen sie doch unter dem Stoß der Kanal- und Kathodenstrahlen ebenso wie die übrigen Elemente negative Elektronen abzugeben und positive Atomionen in den Kanalstrahlen zu bilden. Hieraus dürfte zu folgern sein, daß die Zahl der Stufen der elektrischen Dissoziationen, welche wir mit der in den genannten Strahlen konzentrierten Energie erzielen können, nicht zu beschränken ist auf die Zahl der Valenzen, welche die Chemie den einzelnen Elementen für die Erklärung der Struktur der Moleküle zuschreibt. In der chemischen Wechselwirkung der Stoffe betätigen sich

*) Annalen d. Phys., Bd. 26 (1908), Heft 4.

*) Unter Valenz (Wertigkeit) versteht man diejenige Zahl der Atome des Wasserstoffes, die im Höchstbetrag sich mit einem Atom eines anderen Elements verbinden können. Die Valenz 1 besitzen diejenigen Elemente, deren Atome nur ein Wasserstoffatom binden; die höchste bisher beobachtete Valenzzahl ist 7. Da Helium, Argon und die übrigen Edelgase überhaupt keine chemische Verbindung eingehen, so ist ihre Valenz = 0.

Beobachtungen verschiedener Forscher über den Dopplereffekt bei Kanalstrahlen.

Element	Spektrallinien	Intensitat		Vermutlicher Träger
		ruhende	bewegte	
Wasserstoff	1. Nebenserie von Duplets	klein	groß	einwertiges Atom-Jon
Lithium	Hauptserie von Duplets	beob.	beob.	" "
Natrium	Hauptserie von Duplets	beob.	beob.	" "
Kalium	Hauptserie von Duplets	sehr groß	groß	" "
Quecksilber	1 u. 2. Nebenserie von Triplets	groß	mäßig	ein- oder mehrwertige Atom-Jonen
	Liniengruppe A.	groß	groß	
	Liniengruppe B.	groß	sehr klein	
Aluminium	2. Nebenserie von Duplets	sehr groß	klein	ein- oder mehrwertige Atom-Jonen
Kohlenstoff	Funkenlinien	klein	groß	mehrwertige Atom-Jonen
Stickstoff	Liniengruppe C und E	mäßig	groß	ein- oder mehrwertige Atom-Jonen
	Liniengruppe F.	sehr groß	mäßig	
Sauerstoff	Haupt- u. Nebenserie v. Dupl. u. Tripl.	groß	sehr klein	ein- oder mehrwertige Atom-Jonen
	scharfe Funkenlinien	groß	groß	mehrwertige Atom-Jonen
	diffuse Funkenlinien	mäßig	unsicher	?
Helium	einfache und Dupletserien	groß	klein	ein- oder mehrwertige Atom-Jonen
Argon	Linien des „blauen" Spektrums	beob.	beob.	Atom-Jonen.

nach Starks Meinung beim Aufbau der Moleküle nur die an der Oberfläche der Atome liegenden negativen Elektronen, die man deshalb Valenzelektronen nennen kann. Die Wirkung der Kathoden- und Kanalstrahlen dagegen beschränkt sich nicht auf die an der Oberfläche der Atome liegenden negativen Elektronen; dank ihrer Energie, die gewaltig groß ist, verglichen mit ihrer Masse, vermögen diese Strahlen auch aus dem Innern der Atome negative Elektronen herauszutreiben. Die Erfahrung der Spektralanalyse reicht weiter als diejenige der Chemie: sie erschließt uns nicht nur Erscheinungen an der Oberfläche, sondern auch Vorgänge im Innern der chemischen Atome.

Verknüpfen wir endlich die Tatsache, daß die neutralen Atome vieler Elemente im zugänglichen Gebiet des Spektrums keine Linien besitzen, mit der ziemlich gesicherten Tatsache, daß sie im zugänglichen Spektrum dann gewisse Linien aussenden, wenn sie ein negatives Elektron verloren haben, und wieder ein davon verschiedenes Spektrum, wenn sie mehr negative Elektronen verloren haben, so liegt folgender Gedankengang nahe: Die Emissionszentra der Serien- oder auch Funkenlinien sind gemäß dem Zeemann-Effekt ebenfalls negative Elektronen, sie müssen auch schon im neutralen Atom vorhanden sein, nur scheinen die Frequenzen ihrer Schwingungen so groß zu sein, daß sie in dem der Beobachtung unzugänglichen Violett liegen. Wenn aber ein negatives Elektron, das im neutralen Atom die Aufgabe hat, eine positive Ladung zu neutralisieren, aus diesem Atom fortgenommen wird, so werden die Schwingungshäufigkeiten jener Elektronen kleiner, sie rücken in das zugängliche Spektrum, analog dem Vorgange, daß durch Zurückdrehung der Schrauben, welche die Saiten eines Musikinstrumentes spannen, dessen Töne erniedrigt werden.

Wenn diese Folgerung einigermaßen der Wirklichkeit entspricht, dann müssen sich uns sofort folgende Fragen aufdrängen. Gibt es unter den zahlreichen Elementen nicht einige, deren Atome schon im neutralen Zustande im zugänglichen Spektrum solche Frequenzen besitzen, welche durch die Ionisierung in die Frequenzen der Funkenlinien übergehen? Sind vielleicht die seltenen Erden solche Elemente? Ferner müssen wir annehmen, daß die Bindung der Valenzelektronen an die eigenen Atome dadurch mehr oder weniger geändert werden kann, daß mehrere dieser Atome zu einem Molekül zusammentreten; ist dies der Fall, führt dann nicht auch schon diese Änderung der Bindung abtrennbarer negativer Elektronen solche Frequenzen des Atoms in den der Beobachtung zugänglichen Teil des Spektrums, welche bei vollständiger Ionisierung des Atoms als Funken- oder Serienlinien erscheinen? Oder mit anderen Worten: Besitzen manche Verbindungen neben den Bandenspektren der Valenzelektronen nicht auch Spektren, welche nichtabtrennbaren Elektronen des Atominnern eigen sind? Stark erhofft die Beantwortung dieser Fragen nicht von menschlicher Spekulation und Phantasie, sondern von einer ausdauernden experimentellen Forschung.

Eine Tatsache von großer Bedeutung, das Vorhandensein zweifacher Linienspektra eines und desselben Elements, ist neuerdings von E. Goldstein entdeckt worden*). Goldstein fand, daß Kalium, Rubidium und Cäsium je zwei Linienspektra besitzen, die keine einzige Linie gemeinsam haben. Das eine dieser Spektren ist das gewöhnliche, im elektrischen Lichtbogen erzeugte Serienspektrum, das auch durch schwache elektrische Entladungen hervorgerufen werden kann. Steigert man nun die Entladungsdichte, bezogen auf die Masseneinheit des Metalldampfes, erheblich über die bisher innegehaltenen Grenzen, so verschwinden die altbekannten Spektrallinien mehr und mehr, und es treten in großer Zahl neue, helle Linien auf, deren keine mit einer Bogenlinie zusammenfällt. Dieser Übergang von einem Spektrum zum anderen macht sich auch durch eine vollkommene Veränderung der Farbe der Entladung bemerkbar: so geht z. B. das Rosenrot des Rubidiums in prachtvolles Himmelblau über. Je niedriger das Atomgewicht des Metalls ist, desto größerer Entladungsstärken bedarf es zur Erzeugung der neuen Spektra. Beim Natrium, das wie das Lithium zu derselben Gruppe wie die drei obigen Elemente gehört, konnte bisher auf diese Weise nur eine beträchtliche Schwächung der Serienlinien, beim Lithium überhaupt kein Resultat erzielt werden.

Mehrfache Linienspektra sind bisher nur bei einigen Edelgasen, nämlich drei beim Argon und je zwei beim Krypton und Xenon beobachtet worden. Andeutungen ihrer Existenz finden sich noch bei manchen Metallen, bei denen ein Unterschied zwischen dem Funken- und dem Bogenspektrum festgestellt ist. Besonders wichtig ist es aber, daß es Goldstein gelungen ist, auch bei den Halogenen (Elementen, die mit Metallen salzartige Verbindungen bilden), also bei Elementen, die nach ihrem chemischen Verhalten als die Antipoden der Alkalimetalle bezeichnet werden können, Doppelspektra zu finden.

Eine nähere Untersuchung des Bandenspektrums des Broms in elektrodenlosen Spektralröhren zeigte, daß diesem Bandenspektrum ein Linienspektrum aufgelagert ist. Sendet man nun durch die Bromröhre starke Flaschenentladungen, so wird über die Hälfte der Linien ausgelöscht, andere Linien werden heller, ja es treten sogar zahlreiche neue Linien auf, und nur ein kleiner Teil der Linien scheint sich nicht zu ändern. Ähnliche Beobachtungen wurden am Chlor und am Jod gemacht.

In der Erklärung dieser Erscheinungen weicht Goldstein von Lenard und Stark (s. oben) ab. Er nimmt an, daß die verschiedenen Ausstrahlungszentren der verschiedenen Spektra unterschiedene isomere oder polymere Aggregate darstellen. Nach seiner Anschauung sind derartige Aggregate oder Komplexe vielleicht die Vorbedingung für das Auftreten der gewöhnlichen Linien- und Bandenspektra. Werden nun durch übermäßig starke Kräfte (größere Entladungsstärken) diese Aggregate in ihre Einzelteilchen zersprengt, so sollen die serienfreien Spektra auftreten; diese würden also

*) Naturwissenschaftliche Wochenschrift VII, Nr. 4.

den eigentlich freien, beziehungsweise isolierten Gasteilchen entsprechen und werden deshalb von Goldstein als „Grundspektra" bezeichnet.

Vielleicht ist im Anschluß an Goldsteins Experimente noch die Entdeckung einer großen Reihe solcher neuen Spektra zu erwarten. Vielleicht ist auch die merkwürdige Tatsache, daß Kalium, Rubidium und Cäsium bisher auf der Sonne nicht aufgefunden sind, darauf zurückzuführen, daß sie unter den Fraunhoferschen Linien nicht durch ihre Serienlinien, sondern durch ihre Grundspektra vertreten sind, unter denen man sie, da man die Grundspektra bisher nicht kannte, natürlich nicht suchte. Diese äußerst interessante und wichtige Frage wird Goldstein durch experimentelle Prüfung zu entscheiden suchen.

Eine andere Veränderung zeigt sich bei den Bogenemissionsspektren, wenn sie einem hohen Atmosphärendruck ausgesetzt werden. Humphreys hat mit Hilfe eines neuen Apparats diese Veränderungen bis zu einem Druck von 101 Atmosphären verfolgt, und seine photographischen Aufnahmen der so gewonnenen Spektra zeigen, daß mit gesteigertem Druck eine Verschiebung der Hauptstärke der Linien nach dem roten Ende des Spektrums eintritt, also eine Vergrößerung der Wellenlänge des die Linien erzeugenden Lichtes. Für verschiedene Elemente und für verschiedene Linien eines und desselben Elements ist jedoch diese Veränderung von sehr ungleicher Größe. Am stärksten verschoben wurden diejenigen Linien, die im magnetischen Felde den stärksten Zeemann-Effekt zeigen. Außer der Verschiebung zeigen die Linien auch die seit lange bekannte starke Verbreiterung, viele von ihnen zeigen auch sehr kräftige Umkehrung (Verwandlung der hellen Linien in dunkle, beziehungsweise umgekehrt). Merkwürdigerweise zeigen die Kohlenstofflinien selbst bei stärkstem Druck keinerlei Verschiebungen, sondern nur eine Verbreiterung.

Eine Untersuchung derselben Art, die Wirkung des Druckes auf die Bogenspektra des Eisens betreffend, hat W. Geoffrey Duffield ausgeführt.*) Die Experimente unter Drucken von 1 bis 101 Atmosphären bestätigen die Tatsachen der Verbreiterung, Verschiebung und Umkehrung der Spektrallinien für das Eisen.

Zum Schlusse dieses Abschnitts sei noch kurz über einige das Helium betreffende Untersuchungen berichtet. Es gehört zu den wenigen Gasen, deren Überführung in die feste Form noch nicht gelungen ist. Vor kurzem glaubte ein holländischer Physiker, Kamerlingh Onnes, dies Ziel erreicht zu haben. Durch starke Zusammenpressung großer Heliummengen auf 100 Atmosphären, Abkühlung derselben mittels flüssigen Wasserstoffs bis auf — 259 Grad und darauffolgende Ausdehnung im luftleeren Raum wurde eine feste flockige Substanz gewonnen, die allerdings schnell wieder verdampfte, aber doch festes Helium darzustellen schien. Eine Nachprüfung hat es jedoch höchstwahrscheinlich gemacht, daß diese Flocken auf eine Verunreinigung des Heliums durch Wasserstoff zurückzuführen sind; die Verflüssigung des Heliums steht also noch aus.

Erfolgreicher war eine Untersuchung des Zeemannschen Phänomens beim Helium *). Bei der gleichen magnetischen Feldstärke zeigten sämtliche Heliumlinien gleiche Trennungen in Triplets; bei verschiedenen Feldstärken sind die Trennungen den Feldstärken proportional. Dieses von Zeemann und Lorentz schon vorausgesagte einfache Verhalten der Heliumlinien dient dazu, die Annahme zu verstärken, daß Helium unter den Elementen eine Ausnahmestellung einnimmt. Die Heliumatome dürften Gebilde sein, die den normalsten, vielleicht einfachsten Bau unter den lichtaussendenden Atomen aller Elemente besitzen.



Zodiakallicht mit drei Seitenstrahlen (nach Pechuel-Loesche).

Atmosphärische Licht- und Farbenspiele.

Über eine merkwürdige, bisher anscheinend noch nicht beschriebene Erscheinung, Strahlen neben dem Zodiakallicht, berichtet Prof. Pechuel-Loesche.**) Schon vor mehr als vier Jahrzehnten, da er begann, allerlei Himmelserscheinungen regelmäßig zu beobachten und ungewöhnliche farbig zu skizzieren, erregten in den Wendekreisgebieten des Atlantischen und Stillen Ozeans selten vorkommende, matt schimmernde Strahlen neben dem Zodiakallicht seine Aufmerksamkeit. Sie standen, natürlich erst nach Eintritt voller Dunkelheit, zu zweien oder dreien fächerförmig stets an der Südseite des Hauptlichtes und verblichen etwa nach einer Stunde. Wie mittelgroße und scharf gezeichnete geradlinige Kometenschweife ragten sie vom Sonnenorte auf, noch besser vergleichbar mit Lichtbündeln, die ins Dämmer-

*) Proceed. of the Royal Soc., ser. A., vol. 79.

*) Lohmann in Phys. Zeitschr., IX (1908) Nr. 5.

**) Naturw. Wochenschr., VII, Nr. 39.

licht einer großen Halle einfallen. Niemals zeigten sie Bewegung oder raschen Lichtwechsel.

Am auffälligsten im Auftreten dieser Erscheinung blieb das Ungleichmäßige in der Gestalt und der Lichtstärke. Bisweilen, selbst nach ganz nüchternen Sonnenuntergängen, war die Lichtstärke recht bedeutend und übertraf in den inneren Teilen merklich das Licht der hellsten Stellen der Milchstraße. Selbst der Vollmond vermochte ihr keinen Abbruch zu tun. Dann wieder fehlte fast jegliche Spur des Glanzes an Abenden, wo Purpurlicht und Dämmerungsbogen der Sonne sich in all ihrer Pracht entfaltet hatten.

Die erste Reihe dieser Beobachtungen Dr. Pechuel-Loesches fiel in die Sechzigerjahre. Nachher, bei Durchsicht der Literatur, erregte es seine Verwunderung, daß diese Strahlen, selbst in wärmeren Schilderungen der betreffenden Gegenden, nirgends erwähnt wurden, obwohl sie doch jedem Beobachter viel mehr in die Augen fallen mußten als Brücke und Gegenschein des Zodiakallichtes. So nahm der Beobachter während langer Dampferfahrten in den folgenden Jahrzehnten sowie in Westafrika die Suche nach den Strahlen wieder auf und fand sie nicht nur häufiger auftretend, sondern anscheinend auch deutlicher und höher aufragend und vielfach länger sichtbar. Einmal, am 20. Februar 1875, waren trotz sehr hellem Vollmondschein drei Strahlen bis zu 45 Grad Höhe gut erkennbar (s. Abb.) bis 9 Uhr 10 Min. Bei dem um diese Stunde bereits so großen Tiefstande der Sonne schien die Annahme ausgeschlossen, daß die Lichtsäulen etwa ein Nachleuchten vorstellen könnten, zumal sie wie gewöhnlich nur einseitig lagen. Wobei nicht zu vergessen ist, daß Dämmerungsstrahlen eigentlich Schattenstrahlen sind, die die leuchtenden Farben des Himmels auslöschen. So ist denn diese merkwürdige Erscheinung immer noch unerklärt.

Unter den vielfachen merkwürdigen und gewaltigen elektrischen Entladungen, die sich im Gefolge der gegenwärtigen magnetischen Störungen in der Atmosphäre bemerklich machen, nehmen die seltenen Kugelblitze das Interesse vor allem in Anspruch, weshalb auch hier einige Erscheinungen dieser Art verzeichnet werden mögen.

Einen ungewöhnlichen Kugelblitz beschreibt Isidora Bay*) aus einem kleinen Ort im Rhone-Departement folgendermaßen: Am 26. Mai 1907 um 11 Uhr abends folgten sich drei heftige Donnerschläge in etwa 1 Sekunde Abstand. Hierauf sahen wir eine glühende Kugel von leicht rosaweißer Farbe und etwa 15 Zentimeter Durchmesser unbeweglich an der Wand eines Zimmers schweben, scheinbar an den Leitungsdraht der elektrischen Klingel 0·50 Meter über dem Knopf angehängt. So verharrte sie etwa fünf Minuten und verschwand dann, indem sie in der Wand ein Loch von 1 Zentimeter Durchmesser machte. In einem anderen Zimmer des Hauses, das mit dem ersteren durch die elektrische Klingel verbunden war, hörte man eine Explosion, auch wurde in diesem Zimmer eine brennende Petroleumlampe ausgelöscht. Von da ging der Blitz in die Klosetts, wobei er in der Mauer ein Loch machte, und erreichte den Boden durch die Wasserleitung. Ein starker Geruch nach Ozon verbreitete sich in dem Zimmer. Der Blitz war durch die Stange der Windfahne in das Haus getreten und hatte die Leitung der Klingel erreicht, indem er eine Mauer durchbohrte. Die Explosion in dem zweiten Zimmer fand statt, ohne daß draußen ein neuer Donnerschlag hörbar wurde.

*) Compt. rend. 1908, Bd. 146.

Merkwürdigerweise berichtet das „W. N. Tagbl." genau vom selben Tage, dem 26. Mai 1907, aber aus einer ganz anderen Gegend, über eine Kugelblitzerscheinung folgendes:

Am 26. Mai, nachmittags gegen 1/25 Uhr, bemerkten Arbeiter bei einer Versammlung, die wegen der drückenden Luft unter freiem Himmel stattfand, eine Feuerkugel, die mit mittlerer Geschwindigkeit in der Richtung von Tustanowice auf Boryslaw wagrecht dahinschwebte. Die Kugel hatte den Umfang eines Meters. Bei einer Biegung des Weges, der von Wolanka nach Boryslaw führt, stieß die Feuerkugel an eine Kilometerstange, die auf einer Bauernhütte angebracht war, und zerschellte daran. Im selben Augenblicke erfolgte ein fürchterlicher Knall. Die Stange zerstob in Splitter und aus der Kugel fuhren fünfzehn bis zwanzig Blitze nach allen Richtungen dicht über den Erdboden dahin, welche im Umkreise eines Kilometers einschlugen und zwölf Schächte gleichzeitig in Brand steckten. Ein Blitz fuhr neben der Bauernhütte, die unversehrt blieb, in die Erde und verglaste den Sand. Der Knall und der Feuerschein der angezündeten Naphthaschächte, der weithin sichtbar war, rief in Boryslaw und Drohobycz Entsetzen hervor. Die Brände wurden sämtlich in kurzer Zeit gelöscht. Immerhin ist der verursachte Schaden bedeutend. Verluste von Menschenleben sind nur deshalb nicht zu beklagen, weil Sonntags niemand bei den Schächten beschäftigt ist. Sonst wären die Folgen unabsehbar gewesen.

Vom 29. Mai 1908 meldeten die Tageszeitungen aus der Umgegend Berlins eine ähnliche Erscheinung. Während eines Gewitters senkte sich gegen 7 3/4 Uhr abends auf eine Zille, einen großen Segelkahn, die bei Heiligensee angelegt hatte, ein Kugelblitz nieder und bewegte sich in Kreiswindungen um den oberen Teil des Mastes, während gleichzeitig die Mastspitze von einem feurigen Strahlenkranze, einer Art Elmsfeuer, umgeben war. Die Erscheinung war etwa eine halbe Minute lang sichtbar; dann explodierte die Feuerkugel mit einem heftigen Knall und fast gleichzeitig verschwand das Strahlenbündel von der Mastspitze. Merkwürdigerweise hatte die eigenartige elektrische Entladung weder dem Mast noch der Zille Schaden zugefügt.

Überhaupt scheint der Mai für derartige Erscheinungen prädestiniert zu sein. Am 21. Mai beobachtete die Mutter des Prof. Mensberger in Brixen gegen 9 1/2 Uhr abends nach heftigem Nachmittagsgewitter ebenfalls kugelblitzartige Lichter. Durch eine eigentümliche Helle im äußersten südlichen Winkel des Horizonts, wo die Berge zusammenzustoßen scheinen, ans Fenster gelockt, gewahrte die Dame sehr rasch kommende und verschwindende Lichterscheinungen. Es zeigten sich große, helle

Kugeln, größer als der Vollmond sich beim Aufgange über den Bergen präsentiert, dazwischen raketenähnliche Feuerschlangen, die vom Kamm des Gebirges auszugehen schienen und sich nach oben garben- oder fächerförmig auseinanderbreiteten. Einmal sah es aus, als ob plötzlich ein feuriger Berg emporschösse; er war wie ein rötlicher Eisberg anzusehen und zeigte scharfe Grenzen. Alle diese Erscheinungen verbreiteten in ziemlich weitem Umkreise eine blitzartige Helle, so daß die Formen der Berge deutlich zu sehen waren. Zwischen den einzelnen Erscheinungen war die Zeit sehr kurz, die Beobachterin konnte oft nur bis 8 oder 10 zählen, einigemal bis 16 oder 19 und nur einmal bis 24. Während der Erscheinungen selbst, die alle mehr rötlich als gelb waren, zählte sie bis höchstens drei.

Sonnenähnliche Kugeln, die ganz frei in der Luft schwebten, dürften sechs bis acht erschienen sein; die erste von ihnen war am schärfsten abgegrenzt, die letzten nicht mehr so deutlich. Gegen 10 Uhr beschränkte sich das Schauspiel auf heftiges Wetterleuchten.

Das Rätsel der Kugelblitze scheint von physikalischer Seite aus eine Lösung erwarten zu dürfen. Nachdem der italienische Physiker Professor Righi mit Hilfe einer großen Elektrisiermaschine und besonderer Vorrichtungen festgestellt, daß elektrische Entladungen solche leuchtenden Massen mit langsamer Fortbewegung bilden können, hat Prof. Trowbridge an der Harvard-Universität diese Experimente unter Benützung des Stromes einer gewaltigen Akkumulatorenbatterie von 20.000 Zellen wiederholt. Auch ihm gelang es, die leuchtende elektrische Masse zu erzeugen. Diese bewegte sich langsam zwischen den beiden Polen, und zwar bei zunehmender Stromstärke von der Anode nach der Kathode, bei abnehmender Stromstärke in umgekehrter Richtung. Als elektrischer Widerstand wurde fließendes Wasser benützt. Die künstlichen Kugelblitze wurden auch photographiert. Die Abbildungen zeigen, daß diese sonderbaren elektrischen Entladungen nicht einfach runde Kugeln sind, sondern eine etwas längliche, an einem Ende verdickte Gestalt besitzen. Trowbridge hält nach seinen Versuchen den Kugelblitz für eine Jonisation, die während eines Gewitters in verdünnten Teilen der Atmosphäre eintritt. Bei einer plötzlichen Zunahme des Luftdrucks gehen bei den Versuchen leuchtende Wolken von der Anode aus und gleiten langsam nach dem anderen Pol hin.

Über eine andere eigenartige Lichterscheinung berichtet ein Offizier des Dampfers Senegambia, P. v. Döhren.*) Das Schiff befand sich auf der Reise von Hongkong nach Singapore, als der Wind am 21. nachmittags aus seiner bisherigen Richtung, NO—N, plötzlich mit heftigem Regenfall nach W überging. Als der Berichtende um 12 Uhr nachts die Wache übernahm, war der Himmel bezogen, sonst aber sichtiges, trockenes Wetter. Zeitweise zeigte sich allmählich an Leuchtstärke zunehmendes heftiges Blitzen im südwestlichen Horizont.

Um 1 Uhr 20 Min. erhob sich plötzlich zu beiden Seiten des Schiffes ein langer grauer Streifen, der wie leichter Nebel aussah, über das Wasser — Höhe etwa bis zur Reling und Breite jederseits etwa 15 Meter — und sah so hell aus, als ob er durch darauffallendes Licht beleuchtet würde. Der Streifen war weit voraus von der Back aus zu sehen, auch hinter dem Heck von Deck aus noch weit sichtbar. Das Auslöschen der Lampen ergab, daß der Lichteffekt jedenfalls nicht vom Scheine irgend welcher Lampen herrührte. Nach 20 Min. wurde die Erscheinung allmählich schwächer, bis nach 2 Uhr eigentlich nur noch hie und da eine Art helle Lichtflecken auf dem Wasser zu erkennen war. Um 2 Uhr 15 Min. war alles vorüber und nur noch für kurze Zeit ein flimmerndes Flackern der Luft zu beiden Seiten des Schiffes zu bemerken. Während der sehr imposanten Erscheinung stand eine Kumulus-Bank von WSW nach SO.

Eine seltsame Erscheinung, das Feuer- oder Gespensterschiff, wird in der Bay Chaleur oder Baie des Chaleurs beobachtet, einer Meeresbucht, die von Osten her tief in die Halbinsel Neu-Braunschweig einschneidet. In diesem Meeresteile, der in den großen Golf von St. Lorenz mündet, ist nicht selten eine höchst sonderbare Lichterscheinung wahrgenommen worden, die für Schiffer insofern gefährlich werden kann, als sie von ihnen für ein Feuerschiff oder ein anderes Seefahrzeichen gehalten werden kann. Da aber solche Feuer für die Schiffahrt in jener Gegend überhaupt nicht angebracht sind, kann es sich nur um eine Naturerscheinung handeln. Prof. Hanon, der sich mit diesem Phänomen eingehend befaßt und darüber an die Naturhistorische Gesellschaft von Neu-Braunschweig Bericht erstattet hat, kommt auch zu einer einleuchtenden natürlichen Erklärung. Er stellt fest, daß das Licht über den Wassern von Bay Chaleur zu allen Jahreszeiten auftrete, daß seine Erscheinung gewöhnlich einem Sturme vorausgehe und daß es am häufigsten in Form einer Halbkugel auftrete, deren ebene Fläche nach dem Wasser zu gerichtet sei. Zuweilen glühe das Licht einfach ohne viele Veränderungen der Form, während es zu anderen Zeiten sich zu schlanken, fortwandernden Säulen erhebt, deren zitternde und tanzende Bewegungen die Erscheinung noch wunderbarer und gespenstischer machen. Prof. Hanon hält das Naturschauspiel für ein St. Elmsfeuer, fügt aber hinzu, daß ein ähnliches von solcher Häufigkeit und Stärke aus keiner anderen Gegend der Erde bekannt geworden sei.

*) Annal. der Hydrogr. u. Marit. Meteorol., 35. Jahrg. (1907), Heft 4.

Das Lebensrätsel.

Allgemeine Biologie, Entwickelungslehre, Paläontologie.

Urzeugung, Leben und Tod. * Ausgestorbene Geschlechter * Mimikry und Schutzfärbung.

Urzeugung, Leben und Tod.

Zu den anziehendsten, aber auch am schwersten löslichen Rätseln des Lebens gehört die Frage nach seiner ersten Selbstzeugung, nach der Urzeugung. Mit dieser Frage streben wir hinab in die Abgrundtiefen unseres Daseins; schon mancher glaubte die kostbare Perle der höchsten Erkenntnis vom Grunde geholt zu haben; aber bei Lichte besehen, erwies sie sich immer wieder als unecht, minderwertig, als verführerische Täuschung. Dennoch müssen wir jeden erneuten Versuch, dieses kostbare Kleinod der Erkenntnis zu bergen, mit Aufmerksamkeit verfolgen: vielleicht daß doch einmal der rechte Taucher erscheint!

Diesmal hat es Dr. Friedrich Strecker unternommen, eine Lösung der Frage zu versuchen, u. zw. auf einem bisher nicht begangenen Wege.*) Hatte der große Botaniker Nägeli gesagt: „Die Urzeugung leugnen, heißt das Wunder verkündigen", so kehrt Strecker den Spieß um, indem er ebenso apodiktisch, wie Nägeli die Urzeugung des Lebens behauptete, dieselbe in Abrede stellt, nicht dadurch, daß er lauter Wunder verkündet, sondern indem er in Verfolgung bisheriger entwicklungstheoretischer Gedankengänge fortschreitet.

Alles deutet darauf hin, daß gleichzeitig mit dem allmählichen Entwicklungsgang unserer Mutter Erde auch das Leben bis zu seiner gegenwärtigen Form allmählich entstanden, aus den ursprünglich in den Planeten gelegten Faktoren hervorgegangen ist. Bezüglich der Entstehungszeit und Entstehungsform lassen sich zweierlei Anschauungen aufrecht erhalten.

Die erste Theorie verlegt den Anfang des Lebens in jene Erdepoche, in der sich der Wasserdampf der Atmosphäre allmählich abzukühlen und tropfbarflüssig immer reichlicher auf die Erdoberfläche niederzusenken begann. Wenn Leben in einer plasmatisch weichen Substanz entstehen sollte, so mußte, wie man meint, eine gewisse Verdichtung der Materie vorliegen und damit Lebensbedingungen für dieses Plasma. Zu einer Zeit, da die Erde in Aufruhr begriffen war und durch siedend heiße Temperatur fortwährend die gebildeten Verbindungen gewaltsam wieder getrennt wurden, konnte unmöglich Leben existieren oder sich bilden. Dieses plasmatische Leben konnte nur in einem Urmeere oder Urschlamme sich erzeugen, unter ähnlichen Bedingungen, wie sie noch heute für die Urschleimtiere bestehen.

Dieser Richtung der Wissenschaft kommt es also darauf an, die Urzeugung des plasmatischen Lebens zu finden. Diese Urzeugungstheorie ist gewiß richtig. Aber ist damit die Frage nach der Urzeugung des Lebens überhaupt beantwortet? Keinesfalls! Das Leben muß viel tiefer liegen; denn jenes Plasma hat Vorstufen, hoch komplizierte Verbindungen, wahrscheinlich Eiweißverbindungen von recht verwickeltem Bau, die sonst nirgends in der Welt des Anorganischen sich finden und für das Lebende kennzeichnend sind. Auch diese Eiweißsubstanzen hatten wiederum Vorstufen, ebenfalls spezifischer Art, nur nicht so hoher Struktur und Komplikation. Sie waren einfacher, aber auch unterschiedlich von allem Anorganischen.

Mit wirklichen Entstehungshypothesen beschäftigt sich daher nur die zweite Gruppe von Forschern, die das erste Leben in eine sehr viel frühere Zeit verlegen und es an eine noch viel einfachere Form binden, als sie selbst die primitivsten heutigen Plasmaorganismen zeigen. Sie behaupten geradezu, daß ein glühender Erdoberflächenzustand zur Entstehung des Lebens unbedingt notwendig war (s. hiezu Jahrb. I, S. 132). Es gibt gewisse komplizierte Verbindungen, die Cyanverbindungen, die sich durch leichte Zersetzbarkeit auszeichnen und mancherlei Ähnlichkeiten mit der lebenden Substanz besitzen. Diese Verbindungen entstehen nur in der Gluthitze. Und so könnten sich eben auch die spezifischen Vorstufen der Lebenssubstanz nur gebildet haben, als die Erdoberfläche noch unerloschene Gluten besaß. Bei der großen Zersetzbarkeit und Wandlungsfähigkeit ihrer Verbindungen konnten diese Vorstufen ausgedehnte Wechselwirkungen unterhalten, es konnten vielleicht bestimmte Verdichtungen und — durch Zusammenlagerungen — immer kompliziertere Strukturen aus ihnen hervorgehen.

Aber auch damit ist die Sache nur verschoben; von einer Urzeugungstheorie des Plasmas gelangen wir zu einer ebenso gerechtfertigten Urzeugungstheorie der Kohlenstoffverbindungen. Aber ist damit die Urzeugung des Lebens erschlossen? Plasma, Kohlenstoffverbindungen sind nur bestimmte Lebensstufen, bestimmte spezifisch-chemische Vorbedingungen; sollten nicht auch diese ihre Vorstufen haben? Und welches sind diese Vorstufen?

Das ist jetzt, so sagt man, das Gebiet des Anorganischen. Die Vorstufen sind so einfach geworden, daß man sie nur gleichstellen kann der einfachsten anorganischen Materie. Eben aus diesem Anorganischen hat sich das Organische, das Leben in immer steigender Kompliziertheit herausgebildet.

Gegen diese Annahme nun wendet sich Dr. Strecker mit aller Entschiedenheit. Lebende Substanz entsteht heutzutage nie und nimmer aus lebloser, sondern stets nur wiederum aus leben-

*) Archiv f. Hydrobiologie u. Planktonkunde, Bd. 4 (1908), Heft 1.

der Substanz. Wenn Lebewesen, insbesondere Pflanzen anorganische Stoffe aufnehmen und durch zerlegende und zusammensetzende Tätigkeit verarbeiten und für ihren Aufbau verwenden, so hat dies mit der Entstehung der lebenden Substanz selber, mit der Kenntnis von den eigentlichen Lebensvorgängen nicht das geringste zu tun.

Wenn wir, fährt *Strecker* fort, jetzt einmal jene vermeintlichen Vorstufen der lebenden Substanzen ins Auge fassen und uns an die vorher erwähnten Cyanverbindungen erinnern, so sind deren Grundbestandteile die Elemente Kohlenstoff und Stickstoff (C und N). *Wer sagt uns jetzt, daß diese Elemente anorganisch sind?*

Nur der sonderbare Kohlenstoff ist es, der das Organische, das Lebende als Grundbestandteil charakterisiert. Und gerade er nimmt in dem periodischen System der Elemente eine ganz besondere Stellung ein, eine Mittel- und Gleichgewichtsstellung, die er wie jedes Lebewesen zu wahren sucht. Schon diese Analogie gibt zu denken. Und die Elemente selbst allesamt, wann sind sie denn anorganisch, leblos? Offenbar nur, wenn ich sie alle wohl verschlossen nebeneinander in Retorten halte; nicht aber, wenn sie sich frei miteinander paaren können.

Durch Zerpflücken der Lebewesen und Lebensvorgänge ist das Leben nicht zu ergründen. Leben ist nicht eine Auflösung, Analyse, Zergliederung, sondern Leben ist eine Synthese, ein sich kombinierender Prozeß. Niemals wird die Wissenschaft dem Rätsel des Lebens auf die Spur kommen, wenn sie sagt, das Leben ist aus dem Anorganischen entstanden. Die Lebenssubstanz ist zwar aus den einfachen Elementen aufgebaut; aber am Anfang waren nicht die einfachen Elemente unabhängig voneinander da, sondern ein Prozeß war da, ein unaufhörliches Vernichten und Zusammentreten, ein Zerstören und Bleiben, ein Untergehenmüssen und ein Erhaltungsuchen. In diesem Erhaltungsuchen verbarg sich schon das Lebende, und es barg sich in all diesen regen Prozessen längst, bevor eine Cyanverbindung auftrat, längst, bevor ein Kohlenstoff oder ein anderes Element in seiner heutigen Ausprägung vorhanden war. Denn sicherlich waren auch die Elemente nicht immer so, wie wir sie heute vor uns sehen, alle Elemente haben ihre Entstehung, ihre Entwicklung durchgemacht.

Wohin ist also der Anfang des Lebens zu setzen? Nicht in die Urzeugung des Plasmas, nicht in die Urzeugung der ersten organischen Kohlenstoffverbindungen, sondern an den Anfang aller Entwicklungsprozesse überhaupt, an den Anfang der Welt. In jenen Urnebeln, die wir auch heute noch im Weltenraum beobachten können, herrscht das Leben genau so wie in jenem Urnebel, aus dem unser Sonnensystem mit der Erde hervorging. Und hier herrschte nicht das Leben in der Substanzform, die wir immer mechanisch analysieren, zerpflücken wollen, sondern das Lebensprinzip, das Bestreben, sich im Gleichgewicht zu erhalten bei dem Wandel der Welt und ihrer Prozesse.

Leben ist das Bestreben, eine absolut primäre, d. h. nicht erst irgend wie nachträglich erlangte *Bewegungsfähigkeit zu erhalten*. Eine Urzeugung des Lebens feststellen zu wollen, ist ein voller Irrtum; das Lebende hat vielmehr genau in demselben Augenblick angefangen wie das Anorganische, und mit demselben Rechte wie nach *seiner* Urzeugung könnte man nach der Urzeugung des Anorganischen forschen.

Auch Prof. O. *Lehmann* kommt in einer neueren Darstellung seiner Untersuchungen über „scheinbar lebende Kristalle, Pseudopodien, Cilien und Muskeln" zum Schluß noch auf die Frage nach der *Entstehung der Lebewesen*.*) Er hält es für wahrscheinlich, daß die Bewegungserscheinungen bei Organismen, die bisher allerdings physikalisch nicht zu deuten sind, vielleicht doch noch einmal eine vollkommene Erklärung, etwa auf Grund der Wirkung von Gestaltungs- und Umwandlungskraft, erfahren können.

Die Probe auf die Richtigkeit der Erklärung wäre in der Weise zu machen, daß man künstlich einen Motor herstellt, der in gleicher Weise wie der Muskelmechanismus eines Lebewesens chemische Energie direkt in mechanische verwandelt. In wirtschaftlicher Hinsicht wäre ein solcher Motor von der größten Bedeutung, da er in bezug auf Wirkungsgrad und geringes Gewicht voraussichtlich alle bekannten und möglichen thermodynamischen Motoren übertreffen würde.

Ob es nach Lösung dieser Aufgabe gelingen könnte, künstlich ein Lebewesen herzustellen, ist eine andere Frage. Diese Frage erscheint unlöslich, solange man den Satz von der Unmöglichkeit der Urzeugung als Axiom betrachtet.**) Der Umstand jedoch, daß auf der Erde nicht immer dieselben Lebewesen vorhanden waren wie heute, sondern eine „Entwicklung" stattgefunden hat, spricht durchaus nicht für jenes Axiom. Daß heute Urzeugung nicht mehr stattfindet, kann darin seinen Grund haben, daß früher die Bedingungen andere waren. Die Temperatur der Sonnenoberfläche ist heute etwa 6000 Grad, demgemäß liegt das Energiemaximum im gelbgrünen Teile des Sonnenspektrums. Früher, als die Temperatur der Sonne, die seitdem ungeheuer viel Energie eingebüßt hat, außerordentlich viel höher war, lag das Energiemaximum im ultravioletten Teile des Spektrums, die Sonne produzierte hauptsächlich chemisch wirkende Strahlen, vielleicht sogar Radiumstrahlen, eine Wirkung, über welche wir gar nicht Bescheid wissen können, da die Temperatur eines Körpers künstlich nicht über 4000 Grad gesteigert werden kann.

Man hat wohl die Unmöglichkeit der Urzeugung darauf zurückgeführt, daß sich die seelischen Erscheinungen nicht mechanisch erklären lassen, daß außer Stoff und Kraft noch ein weiterer Faktor zu einem Lebewesen gehöre, eine „Seele", welche *lenkend* eingreifen kann. Doch besteht diese Schwierigkeit nur für die dualistische Theorie, nicht für die monistische, den Hylozoismus (Lehre von der Beseelung des Alls), der jedem einzelnen Atom eine von ihm untrennbare Seele zuschreibt und die psychischen Fähigkeiten der Lebewesen durch

*) Biolog. Centralbl., Bd. 28 (1908), Nr. 15 u. 16.

**) Ein *Axiom* ist ein Satz von so einleuchtender Gewißheit, daß er eines Beweises weder bedarf noch fähig ist.

das Zusammenwirken der Atomseelen erklärt. Im Kristall, in welchem jedes Atom ein den Naturgesetzen folgendes Ganzes darstellt, ist ein solches Zusammenwirken ausgeschlossen, der Kristall ist kein Lebewesen. Im Organismus können sich die Atome wegen der angenommenen Seelenverbindung anders verhalten, als physikalische und chemische Gesetze vorschreiben, solange diese Verbindung besteht, solange der Organismus lebt. Tod bedeutet Aufhebung der Verbindungen zwischen den Atomseelen. Urzeugung ist unmöglich, weil Atomseelen-Verbindungen nicht von selbst eintreten können. Vielleicht hängt dies damit zusammen, daß nicht die chemischen Atome in Betracht kommen, sondern die weitaus kleineren Urteilchen, zu deren Kenntnis die Erscheinungen der Radioaktivität geführt haben. Der Beweis derartiger Hypothesen kann aber natürlich nur in der Weise erbracht werden, daß wirklich künstlich ein Lebewesen hergestellt wird, wenn auch nur ein solches einfachster Art. Diesen Beweis, oder eventuell den Beweis des Gegenteils, wird man aber nur erbringen können, falls zunächst die Kräfte und Stoffe, welche in Organismen in Aktion treten, mit aller Präzision erforscht sind. Die Untersuchung der flüssigen Kristalle dürfte solche Forschung wesentlich fördern.

Im Anschluß an diese Betrachtungen ist die Frage von Interesse, bis zu welcher Größe herab man Organismen erwarten könne. Bekanntlich können mittels einer neuerdings besonders von Siedentopf und Szigmondy ausgebildeten Methode Körperchen, die im Mikroskop nicht mehr sichtbar sind, zur Sichtbarkeit gebracht werden. Man nennt solche Teilchen ultramikroskopisch, jenseits der mikroskopischen Wahrnehmung stehend (s. Jahrb. II, S. 170), und nimmt an, daß sie kleiner als $^1/_4$ μ sein müssen. Organismen, deren Größe unterhalb dieser Grenze läge, wären also Ultramikroorganismen. Die Frage, ob es solche Lebewesen gibt, wird von H. Molisch untersucht und vorläufig mit nein beantwortet.*) Es ist nach seiner Ansicht bisher kein einziger Organismus mit Sicherheit nachgewiesen, der ultramikroskopischer Natur wäre. Wenn auch die Möglichkeit, daß es ultramikroskopische Lebewesen gibt, nicht bestritten werden soll, so wird doch die künftige Forschung wohl zeigen, daß dieselben, falls sie überhaupt existieren sollten, keineswegs häufig, sondern relativ selten sind.

Die im Ultramikroskope wegen der Kontrastwirkung zwischen Hell und Dunkel so deutlich und leicht wahrnehmbaren Mikroben sind nach Molisch' Untersuchungen nicht von ultramikroskopischer Größe; denn sie können bei genauer Beobachtung auch mit dem gewöhnlichen Mikroskope stärkster Leistungsfähigkeit bei gewöhnlicher Beleuchtung gesehen werden und entpuppen sich in der Regel als Bakterien. Sogar das anscheinend kleinste dieser Wesen, der von Nocard und Roux entdeckte Erreger der Lungenseuche der Rinder, gibt sich bei sehr starken mikroskopischen Vergrößerungen in beweglichen, lichtbrechenden Pünktchen zu erkennen, die allerdings von solcher Winzigkeit sind, daß es selbst nach durchgeführter Färbung schwer ist, ihre Form zu bestimmen.

*) Botan. Zeitung, 1. Abt., 66. Jahrg. (1908), Heft 7.

In Übereinstimmung damit steht die Tatsache, daß alle bekannten Bakterien, welche auf festen Nährböden Kolonien bilden, stets mikroskopisch auflösbar sind. Kämen ultramikroskopische häufig vor, wie von anderer Seite behauptet ist, so ließe sich erwarten, daß doch wenigstens hie und da Kolonien von solchen Lebewesen auf festen Nährböden auftreten und dadurch auch für das freie Auge sichtbar werden. Das hat aber bisher kein Bakterienforscher feststellen können; alle Bakterienkolonien erwiesen sich unter dem gewöhnlichen Mikroskop als aus mikroskopischen Bakterien zusammengesetzt, die im äußersten Falle noch als winzige Pünktchen erschienen.

Am ehesten wäre bei der Maul- und Klauenseuche, bei der Mosaikkrankheit des Tabaks und gewissen anderen Krankheiten, deren Erreger noch unbekannt sind, an einen ultramikroskopischen Organismus als Krankheitserreger zu denken; es könnte aber auch sein, daß es sich hier und in entsprechenden Fällen gar nicht um ein krankheithervorrufendes Lebewesen, sondern um eine Stoffwechselkrankheit handelt, das heißt um ein im Organismus erzeugtes Gift, das die Bildung von neuem Gifte nach sich zieht.

L. Errera hat in einer Abhandlung über die Kleinheitsgrenze der Organismen die Frage aufgeworfen, ob es berechtigt sei, die Existenz von Organismen anzunehmen, die im Verhältnis zu den gewöhnlichen Mikroben ebenso äußerst klein sind, wie letztere im Verhältnis zu den großen Tieren und Pflanzen.

Bacterium Termo mißt 1·5 bis 2 μ in der Länge, ist also linear 1,000.000mal kleiner als der Mensch, 100,000.000mal kleiner als die höchsten Gewächse, die australischen Blaugummi- oder die amerikanischen Mammutbäume (Eucalyptus und Sequoia). Gibt es nun Lebewesen, die wiederum 1,000.000mal oder auch nur 100.000mal oder 10.000mal kleiner sind als die gewöhnlichen Bakterien? Errara berechnet aus der Größe und dem Gewicht der Moleküle, daß ein Mikrokokkus von 0·1 μ Durchmesser höchstens 10.000, ein solcher von 0·05 μ Durchmesser nur 1000 Eiweißmoleküle und ein solcher von 0·01 μ nur 10 Eiweißmoleküle enthalten würde. Ist die Molekulartheorie der Materie richtig, so ist es ebenso wahrscheinlich, daß es keine Organismen geben kann, die sich in der Größe zu den gewöhnlichen Bakterien verhalten wie diese zu den höheren Organismen. Wesen aus so wenig Eiweißmolekülen wären wohl kaum lebensfähig. Ja, es kann nach Erreras Berechnungen nicht einmal Lebewesen geben, die einige hundertmal kleiner sind als die bekannten, während die unsichtbaren Mikroben, die die Klauenseuche, die Rinderpneumonie, die Schafblattern, die Tabakmosaikkrankheit u. a. erregen, wahrscheinlich nicht viel kleiner sind als die kleinsten sichtbaren Mikroben.

Der Botaniker Nägeli hat gelegentlich der Besprechung des Problems der Urzeugung den Gedanken ausgesprochen, daß wir nicht annehmen

dürfen, die zuerst durch Urzeugung entstandenen Lebewesen seien die uns heute bekannten niedersten Organismen gewesen. Bakterien, Chrookokkazeen, selbst Häckels Moneren können es nicht gewesen sein, da sie schon eine viel zu hohe Organisation besitzen. „Die Wesen, die einer spontanen Entstehung fähig sind, kennen wir also nicht. Sie müssen eine noch einfachere Beschaffenheit haben als die niedrigsten Organismen, welche uns das Mikroskop zeigt; darin liegt auch der Grund, daß sie noch nicht entdeckt sind. Je einfacher die Organismen, um so kleiner sind sie auch. Da nun die Größe der bekannten niedrigsten Pflanzen und Tiere schon an der Grenze der Sichtbarkeit sich befindet, und da es so kleine Spaltpilze gibt, daß sie kaum gesehen und bloß durch ihre zersetzenden Wirkungen sicher erkannt werden, so können, wenn es noch einfachere Wesen gibt, dieselben unter der mikroskopisch erkennbaren Größe sich befinden." Das durch Urzeugung entstehende Lebewesen muß nach Nägeli vollkommen einfach gewesen sein, es konnte nur aus einem Tröpfchen in sich gleichartigen, aus Eiweißkörpern aufgebauten Plasmas bestehen.

Zeigt uns nun das Ultramikroskop irgendwo Ultramikroben der geschilderten Art? Lassen sich solche ultramikroskopische Vorstufen des Lebendigen, „Probien", Vorlebewesen, nennt sie Nägeli, heute nachweisen? Nach Molisch' Ansicht ist das bisher nicht gelungen. Die lebende Substanz scheint in Form des individuellen Lebens zum mindesten in der Regel über eine untere Grenze, die mit der mikroskopischen Wahrnehmung unserer besten Immersionssysteme so ziemlich zusammenfällt, nicht hinauszugehen, vielleicht, weil das Lebendige eine so komplizierte chemische Zusammensetzung und Organisation aufweist, daß diese nur innerhalb eines gewissen Volumens möglich ist, welche schon an die Grenzwerte der mikroskopischen Wahrnehmung knapp heranrückt oder mit ihnen zusammenfällt.

Der Annahme, daß Lebenskeime von anderen Weltkörpern auf die hinreichend abgekühlte Erde gelangt seien, schien die Kälte des Weltraumes bisher im Wege zu stehen. Die Verflüssigung der Luft hat es neuerdings möglich gemacht, die Frage nach den Kältegrenzen des Lebens weit schärfer zu beantworten als bisher. Ganz besonders widerstandsfähig zeigten sich dabei die niedersten Organismen. Pestbazillen, mehrere Monate auf —31 Grad abgekühlt, blieben lebend, während Diphtheriebazillen bis —60 Grad aushielten. Tuberkelbazillen verloren ihre Lebensfähigkeit nach einstündigem Verweilen in einer Temperatur von —100 Grad durchaus nicht, starben vielmehr erst bei 160 Grad Kälte ab. Am hartnäckigsten zeigten sich die Eiterkokken, die bei 220 Grad die Lebensfähigkeit behielten; selbst nach Eintauchen in eine Kälte von 252 Grad besaßen einige noch ihre Vitalität. Bemerkenswert ist, daß auch Pflanzensamen ähnliche Widerstandsfähigkeit zeigten, was vielleicht auf ihren geringen Wassergehalt zurückzuführen ist; sie sind infogedessen auch sehr langlebig.

Die Langlebigkeit der Pflanzensamen ist der Gegenstand einer Untersuchung des französischen Botanikers P. Becquerel.*) Während man früher auf Grund irrtümlicher Berichte über das Keimen von Mumienweizen und Sämereien aus Pfahlbauten eine fast unbegrenzte Erhaltung des schlummernden Samenlebens annahm, ist man heute auf den entgegengesetzten Standpunkt gekommen und neigt zu einer Unterschätzung der latenten Lebensdauer. Becquerel führte nicht nur die Versuche seiner Vorgänger an, sondern teilt auch seine eigenen, sehr interessanten Erfahrungen, die er in Gemeinschaft mit Alphons de Candolle gemacht hat, mit. Im naturgeschichtlichen Museum zu Paris erhielten die Forscher eine große Anzahl alter Sämereien, deren Ankunftsdatum im Laboratorium genau vermerkt war. So verfügten sie über nahezu 500 Arten aus den 30 wichtigsten Familien der Monokotyledonen und Dikotyledonen von einem zwischen 25 und 135 Jahren schwankenden Alter.

Diese Samen, gewöhnlich zehn von jeder Art, wurden sorgfältig mehrmals in destilliertem Wasser gewaschen, alsdann, wenn die Samenhaut undurchlässig erschien, zum Teil entrindet und auf feuchter Baumwolle in mit Glasscheiben bedeckten Gefäßen während mehr als einem Monat der ständigen Temperatur von 28 Grad ausgesetzt. Das Ergebnis war überraschend.

Unter den Monokotyledonen oder Einsamenlappigen, den Gräsern und Binsen, Palmen und Liliengewächsen, gelangte nicht ein einziger Same zum Keimen. Unter den Dikotyledonen lieferten vier Familien, Schmetterlingsblütler, Nelumbien, Malvengewächse und Lippenblütler, Keimerfolge. Von 90 Arten Schmetterlingsblütler lieferten 18 ein Ergebnis, darunter Cassia bicapsularis, von deren 87 Jahre alten Samen noch drei keimten, Cytisus biflorus mit 84 Jahren, Klee von 68, Linsen von 65 Jahren bis zu Samen von 57 und 28 Jahren herab. Aus der Familie der Nelumbien keimten aus drei Arten im Alter von 56, 48 und 18 Jahren fast alle Exemplare. Die einzige noch keimfähige Malvazee, Lavatera pseudo-Olbia, war 64, der einzige noch keimende Lippenblütler, Stachys nepetaefolia, 77 Jahre alt. Dagegen lieferten die Knöteriche, Chenopodiazeen oder Melden, Hahnenfußgewächse, Wasserrosen, Wolfsmilcharten, Kreuzblütler, Mohngewächse, Nelken, Rosaceen, Steinbreche, Wegeriche u. a. auch aus ihren jüngsten Jahrgängen keinen einzigen Keimerfolg.

Becquerel hat eine Reihe von Untersuchungen über den Gasaustausch der in schlummerndem Zustande befindlichen Samen, über ihr Verhalten zur Dunkelheit, zum Licht, zum Wassergehalt und andere bei solchen Experimenten in Frage kommenden Punkte angestellt. Wir brauchen auf diese Einzelheiten hier nicht näher einzugehen, denn sie lehren uns über die Frage, wie lange latentes Leben dauern könne, wenig oder gar nichts. Aber auch die Versuche Becquerels sind zur Entscheidung dieser so interessanten und wichtigen Frage durchaus ungeeignet, da sie sich unter durchweg unnatürlichen Bedingungen abspielten. Die

*) Annales des Sciences Nat., 83. Jahrg., Tome V, Nr. 4 u. 5.

Natur bewahrt keimfähige Samen nicht jahrhundertelang im Laboratorium. Latent wird das Leben nur, wenn der Same, der zum Keimen nach mehrmonatiger oder etwas längerer Samenruhe bestimmt ist, in eine Lage kommt, die den Keim verhindern würde, ans Tageslicht zu dringen, also in größere Erdtiefe oder auf den Grund und in den Schlamm von Gewässern. Hier müssen wir es schon als eine wunderbar zweckmäßige Einrichtung betrachten, daß ein solcher Same nicht zum Keimen schreitet, sondern Jahre und Jahrzehnte hindurch der Auferstehung harrt. Ganz abgesehen davon aber, daß Becquerels Versuche mit sozusagen untauglichen, unter ganz unzweckmäßigen und unnatürlichen Bedingungen aufbewahrtem Material gemacht wurden, gestaltete sich die Ausführung des Versuchs ebenso unnatürlich. Nicht in feuchter Watte, dem Licht ausgesetzt und bei 28 Grad Wärme pflegen Samen zu keimen, sondern in kühler Erde, unter einer mehr oder minder schwachen Erdschicht, die sie dem Licht entzieht. Wer weiß, ob nicht mehr und ob nicht noch ältere Samen gekeimt wären, wenn die Versuchsbedingungen weniger laboratoriumsmäßig gestaltet worden wären. Immerhin aber bleibt es erstaunlich, daß unter so unnatürlichen Bedingungen selbst 80 bis 90 Jahre alte Samen wieder zum Leben erwachten. Wären sie vorsichtig im Erdboden zum Keimen gebracht, so hätte sich vielleicht auch noch beobachten lassen, ob sie zur Blatt- und Stengel- oder gar zur Blüten- und Fruchtbildung fähig waren.

Muß nun einerseits die Möglichkeit der Verlängerung des Lebens, auch des menschlichen, beträchtlich über die ihm nach dem gewöhnlichen Lauf der Dinge gesteckten Grenzen zugegeben werden, so steht anderseits doch das endliche Erlöschen jedes organischen Daseins fest, und die Frage drängt sich auch dem Gedankenlosesten auf, warum denn, was besteht, auch wert sei, daß es zu Grunde geht. Eine Antwort darauf versucht Prof. H. Ribbert*) in seiner Arbeit über den Tod aus Altersschwäche zu geben.

Wie der Krankheitstod auf anatomische Veränderungen in den Zellen zurückzuführen ist, so muß auch für den Alterstod, den natürlichen Tod, eine anatomische Ursache vorhanden sein. Die Lebensdauer der Zellen muß von Bedingungen abhängen, die in ihnen selbst, in ihrer Entwicklung gegeben sind; Veränderungen, die im Protoplasma und Zellkern allmählich eintreten, sich aus dem gesamten biologischen Verhalten notwendig ergeben, müssen schließlich der weiteren Fortdauer des Lebensprozesses ein Ziel setzen.

Welches sind nun diese Veränderungen, und wo finden sie statt? Der Krankheitstod ist beinahe stets ein Herztod, denn auch Erkrankungen der Lungen, Nieren, Arterien, Infektionskrankheiten u. a. führen zum Stillstand des Herzens. Aber er kann auch vom Gehirn ausgehen und durch Vermittlung der Nerven erst den Stillstand des Herzens herbeiführen. Jedoch auch bei dem eigentlichen Herztod stirbt nach Prof. Ribbert zuerst das Gehirn. Seine geringe Widerstandsfähigkeit geht schon daraus hervor, daß die Gangliennervenzellen nicht die Fähigkeit der Regeneration (Selbsterneuerung) besitzen. Versuche, ausgeschnittene Teile eines lebenden Gehirns durch Verpflanzung auf ein anderes zum Weiterleben zu bringen, sind immer erfolglos geblieben. Das Herz dagegen besitzt eine außerordentliche Widerstandskraft; noch 24 Stunden nach dem Eintritt des Todes kann es zum Schlagen gebracht werden. Beginnt das Herz aus einer Krankheitsursache zu erlahmen, so erhält das Gehirn nicht mehr die genügende Blutmenge und stirbt, und nun muß auch das Herz stillstehen.

Da nun beim Krankheitstode das Gehirn immer zuerst stirbt, so wird, nach Prof. Ribbert, dies auch bei dem natürlichen Tode der Fall sein; eine Bestätigung dafür bildet die Art und Weise, wie der natürliche Tod eintritt, nämlich in Form zunehmender geistiger Schwäche und allmählichen Einschlafens. Ist aber der natürliche Tod ein Gehirntod, so muß es sich bei ihm vor allem um Veränderungen in den Ganglienzellen handeln. Nach Metschnikoff ist das Greisenalter auch eine Krankheitserscheinung, für die er vor allem die Darmgifte verantwortlich macht. Prof. Ribbert teilt diese Ansicht nicht; denn der natürliche Tod komme tatsächlich, wenn auch nicht häufig vor, nachdem der Lebenstrieb vorher völlig erloschen sei. Bei den Zellveränderungen der aus Altersschwäche Gestorbenen handelt es sich stets um eine Atrophie (Ernährungsmangel) der Organe und ihrer Gewebteile. Die Arterien verlieren ihre Elastizität, ohne jedoch verkalkt zu sein, das Bindegewebe wird zäher, dichter, also weniger geeignet, seine Dienste zu verrichten, und diese funktionelle Beeinträchtigung der nicht zellulären Teile muß die hoch differenzierten Zellen der wichtigsten Organe, besonders des Gehirns, in Mitleidenschaft ziehen. Die Veränderungen in den einzelnen Organen machen sich vor allem am Herzen und an den Arterien bemerkbar, aber durch diese gegenseitige Beeinflussung kann der Tod noch nicht zu stande kommen: das Herz tut seinen Dienst bis ins höchste Alter.

Was beim Altern im Gehirn vorgeht, besteht nach Ribbert in folgendem: In den Ganglienzellen häufen sich immer stärker die Pigmentkörnchen, und Hand in Hand mit der immer intensiver werdenden Pigmentierung vollzieht sich die Verkleinerung, die Atrophie dieser Zellen. Die Pigmentkörnchen sind langsam sich anhäufende Stoffwechselprodukte, Schlacken, die ein Ergebnis der Verbrennungsvorgänge des Protoplasmas bilden und aus der Zelle nicht ausgeschieden werden. Sie beeinträchtigen das Leben der Zelle, schädigen die Assimilation und lassen die Zellen allmählich der Atrophie verfallen. Da diese Pigmentierung (auch bei den Herzmuskelzellen) schon beim jugendlichen Individuum in geringer Ausdehnung angetroffen wird, so müssen die Pigmente wohl primäre Erzeugnisse des Stoffwechsels sein, an welche sich die Atrophie erst anschließt. Daß die Ganglienzellen am stärksten von der Altersatrophie betroffen werden, erklärt sich daraus, daß sie wegen ihrer feinen Organisation und ihres verwickelten Baues

*) Bonn 1908; s. auch Gaea 1908, Heft 11.

am stärksten unter dem Zurückbleiben der Stoffwechselprodukte leiden müssen. Letztere können in den Ganglien- und Muskelzellen durch Teilung derselben nicht reduziert, eingeschränkt werden, häufen sich deshalb in ihnen unausgesetzt und untergraben ihre Existenz. Daraus ergibt sich, daß der Tod im Greisenalter aus charakteristischen Änderungen an den hoch differenzierten Zellen, insbesondere den Ganglienzellen, und an den Zwischensubstanzen abgeleitet werden muß.

Der endliche Tod alles Lebenden erklärt sich also völlig aus den anatomischen und physiologischen Bedingungen. Diese wiederum finden eine durchaus genügende Erklärung in dem chemisch-physikalischen Ablauf der Lebenserscheinungen, die mit Notwendigkeit zu Störungen im Bau und damit auch in der Funktion aller Organe und insbesondere der Ganglienzellen führen müssen. Da bei allen Menschen die chemisch-physikalischen Prozesse in der Hauptsache in gleicher Weise verlaufen, so ergibt sich damit auch ein gleichmäßiges Fortschreiten der



Ichthyosaurus communis aus den Schieferbrüchen von Holzmaden.

greisenhaften Veränderungen und eine ungefähr gleiche Lebensdauer. Warum aber der natürliche Tod schon bei etwa 100 und nicht erst bei 200 und 300 Jahren eintritt, wissen wir nicht.

Da nun Krankheiten dem Greisenalter als solchem nicht angehören, so ist es nach Prof. Riberts Meinung falsch, diesem Lebensabschnitt mit Furcht entgegenzusehen. Das Nachlassen der psychischen Kräfte sorgt dafür, daß das physiologische Ende ein schmerzloses wird. Der Greis empfindet das Nachlassen der Körperkräfte kaum, er vermag seinen Zustand nicht mehr richtig einzuschätzen und schläft schließlich sozusagen ein.

Ausgestorbene Geschlechter.

Die gewöhnliche Anschauung von der Entwicklung der Lebewelt geht dahin, daß im Laufe der vergangenen geologischen Perioden ganze große Tier- und Pflanzengruppen durch den Kampf ums Dasein ausgemerzt und die gegenwärtig lebenden die Nachkommen verhältnismäßig weniger Stammformen sind, aus denen sie sich fächerförmig verzweigt entwickelt haben. Gegen diese Annahme wendet sich mit teilweise ganz revolutionären Anschauungen G. Steinmann,*) und wenn seine Ausführungen auch großen und vielfach berechtigten Widerspruch erweckt haben, so hat es doch auch für einzelne Punkte nicht an Zustimmung gefehlt, und es steht zu erwarten, daß viele seiner Ansichten den Anstoß zur Prüfung und Revision althergebrachter Lehren geben werden. Deshalb dürfen wir an ihnen nicht vorübergehen.

*) Die geologischen Grundlagen der Abstammungslehre, Leipzig 1908.

Nach Steinmann ist der Baum des Lebens von der Natur selbst immer nur in sehr beschränktem Maße beschnitten worden. Erst der Mensch hat als Jäger vernichtend in den Bestand der Lebewesen eingegriffen, das natürliche Gleichgewicht gestört und die verschwindenden Riesen der letzten Erdepochen in Europa, Nord- und Südamerika sowie Australien vernichtet. Im übrigen aber gehen die meisten Stammbäume der heutigen Geschlechter geradlinig bis zu den Wurzeln herab. So haben z. B. die Gruppen der höchsten Pflanzen, der Dikotyledonen, vorher die Stufen der Sporenpflanzen, der Nacktsamigen und der Monokotyledonen durchlaufen. Die scheinbar ausgestorbenen Lebensformen sind in Wirklichkeit gar nicht ausgestorben, sondern leben umgebildet in den heutigen weiter: an die Schuppenbäume oder Lepidodendren der Steinkohlenzeit, die allgemein für ausgestorben gelten, schließen sich nach Steinmann die meisten heutigen Nadelhölzer an, die Kakteen der Gegenwart sollen aus den gleichfalls den Steinkohlenwäldern angehörigen Siegelbäumen hervorgegangen sein, und die Gräser nebst den Kasuarinen Australiens führt er auf schachtelhalmartige Kalamiten zurück.

Noch viel gewagter sind die zoologischen Stammbäume Steinmanns. Am Ende der Kreidezeit verschwinden plötzlich die Ammoniten, nachdem sie sich kurz zuvor zu einem großartigen Artenreichtum entwickelt haben. Nach Steinmann haben sie jedoch nur ihre Schale abgeworfen und leben als achtarmige Tintenfische, Oktopoden, weiter. Die Charakterformen des älteren Paläozoikums, die Trilobiten, sollen ihre Nachkommenschaft in den Asseln, den zehnfüßigen Krebsen, den Rankenfüßern, den Spinnen, Insekten und Fischen besitzen, die Riesenkrebse (Gigantostraken) des Silur und Devon in den Skorpionen. Die Panzerfische dieser Epochen finden wir in den Stören und Panzerwelsen wieder, die Stämme der Schmelzschupper in denen der Knochenfische.

Aus den Stegokephalen oder Panzerlurchen, einer ausgestorbenen Ordnung der Amphibien, sollen sich in breiter Linie die Landwirbeltiere

entwickelt haben. Die älteste Gruppe unter ihnen, die der Archegosaurier, führt zu den Krokodilen; die Branchiosaurier leben in den Fröschen weiter, die kleinen, in der Steinkohlenzeit besonders häufigen Mikrosaurier in den Salamandern und Eidechsen, die Aistopoden in den Schlangen. Einige andere für ausgestorben geltende Reptilgruppen (Metareptilien Steinmanns) waren beweglicher als die typischen Kriechtiere und erlangten dadurch wahrscheinlich die Warmblütigkeit; aus ihnen leiten sich, und zwar in mehreren Stämmen, die Vögel und Säugetiere her. Verschiedene Gruppen der Dinosaurier wie die Theropoden, Ornithopoden, Stegosauriden und Diplodocus gehören zu den Stammformen der Vögel, die Sauropoden, Homöopoden, Flugsaurier, Ichthyosaurier, Plesiosaurier u. a. zu den Stammeltern der Säugetiere. Sogar spezielle Beziehungen sind nach Steinmann noch nachzufinden. So gehen die Tauben auf den bekannten Archäopteryx (s. Jahrb. I, S. 139), die Möven und Seetaucher auf die zur Kreidezeit lebenden Vögel Ichthyornis und Hesperornis zurück; von Dinosauriern sollen die Laufvögel, von Ceratosaurus die Pinguine abstammen.



Neuseeländische Hatteria.

Gehen wir zu den Säugetieren über, so finden wir auch die Giraffen direkt von im Sumpf lebenden riesigen Reptilien abgeleitet, die Delphine von den Ichthyosauriern, die Pottwale von Plesiosauriern und die Bartenwale von den Thalattosauriern oder Maasechsen. Die riesigen alttertiären Huftiere sind ebenfalls in verschiedenen modernen oder vom Menschen erst ausgerotteten Gattungen erhalten, so Coryphodon im Flußpferd, Dinoceras im Walroß, die Titanotherien in den Nashörnern, das Pyrotherium Südamerikas im australischen Diprotodon. Aus den Urraubtieren, den Kreodonten, die in der älteren Tertiärzeit am zahlreichsten waren, gingen in mehreren Linien die heutigen Raubtiere hervor, und schließlich hat sich in der Oligozänzeit der Mensch in mehreren Zweigen entwickelt. So dürften auch noch manche andere unserer systematischen Einheiten mehrstämmig sein, was ja auch für einige schon allgemein anerkannt ist.

Unter den fossilen Reptilien, deren verwirrende Fülle durch neue Funde unablässig vermehrt wird, nehmen naturgemäß die als Stammväter der Säugetiere betrachteten Theromorphen (Säugetierähnlichen) das größte Interesse für sich in Anspruch. Th. Arldt*) gibt eine Übersicht über diesen Zweig des Reptilienreichs nach den neueren Forschungen, die sich besonders auf Funde in den Permschichten Südafrikas und Nordamerikas stützen.

Die Theromorphen reichen ihrer Entstehung nach jedenfalls vor die Permzeit zurück und stehen in mancher Beziehung der Wurzel sämtlicher Reptilien nahe; anderseits sind sie aber wiederum hoch spezialisiert, namentlich hinsichtlich der Bezahnung. Wir finden bei ihnen nicht die gleichmäßigen, einwurzeligen, kegelförmigen Reptilzähne, es sind vielmehr wie bei den Säugetieren Schneidezähne, Eck- und Backenzähne unterschieden, zuweilen treffen wir auf ein richtiges Raubtiergebiß und mehrwurzelige Zähne. Auch im Bau des Beckens und des Schultergürtels, der Wirbelsäule und des Schädels tritt eine auffällige Ähnlichkeit zu Tage, die den Gedanken nahelegt, daß wir unter den Theromorphen die Ahnen der Säugetiere oder wenigstens deren nächste Verwandte zu suchen haben. Bei den jüngeren Theromorphen aus der Trias ist die Zugehörigkeit zu der säugetierähnlichen Gruppe zweifellos, während sie bei den permischen Tieren oft noch zweifelhaft erscheint.

Gegenwärtig hat diese interessante Ordnung infolge neuerer Entdeckungen in ihrer systematischen Einteilung eine völlige Umwälzung erfahren. Die Reptilien haben sich nach den neueren Anschauungen sehr früh in zwei Linien geschieden, von denen die eine, die Diapsiden, in eidechsenähnlichen Formen gipfelt, die andere, die Synopsiden, in den Säugetieren. Lassen wir die ersteren hier außer Betracht, so finden wir unter den Synopsiden die meisten der Gruppen wieder, die man zu den alten Säugetierähnlichen rechnete. Wir treffen ihre Vertreter im Perm von Nordamerika, Afrika, Deutschland. Manche von den neuentdeckten sind sehr primitiver Natur, so der Galechirus Scholtzi, ein kleines Tier, das Beziehungen zu den verschiedensten Gruppen zeigt, in der Gesichtsbildung zu den ältesten nordischen Rhynchocephalen (deren einziger noch lebender Vertreter, die neuseeländische

*) Naturwiss. Rundsch., XXIII, Nr. 45 u. 46.

Kammeidechse [Hatteria], durch Fischwirbel und andere Eigentümlichkeiten des Baues ausgezeichnet ist), im Unterkiefer und im Schultergürtel zu zwei anderen Gruppen, während es zugleich wie die typischen Reptilen Bauchrippen und ein flaches Becken besitzt. Es gehört somit zu den altertümlichsten Formen der Theromorphen. Seine Eckzähne sind noch wenig entwickelt. Ein anderes neuentdecktes Mitglied der Gruppe, der Alopecodon, besitzt dagegen mit 8 Schneide-, 2 Eck- und 8 Backzähnen eine sehr kräftige Bezahnung.

Den Gipfelpunkt in der Entwicklung der Theromorphen bilden die bis zur Trias lebenden beiden Ordnungen der Cynodontier (Hundszahnigen) und der Anomodontier. Die ersteren finden sich nur in den oberen Triasschichten Südafrikas. Sie weichen besonders in der Gaumenbildung von den anderen Reptilien ab und stimmen darin mit den Säugetieren überein, denen sie auch sonst, z. B. im Bau des Unterkiefers, ähnlich sind, so daß Broom die Säuger von ihnen herleiten möchte. Einzelne Gattungen, die man zu ihnen rechnet, sind möglicherweise schon Säugetiere, wie anderseits gewisse zu den Säugetieren gestellte Reste (Karoomys, Tritylodon) vielleicht Reptilien sind. Jedenfalls läßt sich zwischen den Cynodontiern und Säugetieren keine scharfe Grenze ziehen, so daß die Ansicht Brooms, letztere hätten sich aus hoch spezialisierten Theromorphen entwickelt, viel für sich hat.

Während Südamerika für die Vorläufer der Säugetierwelt, die gerade hier doch so eigenartig erscheint, wenig in Betracht kommt, bergen seine Schichten, besonders der Boden Argentiniens, eine so reich entfaltete fossile Säugetierfauna, daß man hier eine Art Schöpfungszentrum vermuten möchte. Zusammen mit reichen Säugetierresten kommen Dinosaurier vor, die riesigen, im Norden mit dem Abschluß der Kreidezeit ausgestorbenen Reptilien, und zwar lebten diese mit schon ziemlich weit differenzierten Säugern zusammen. Entweder muß also das Alter der letzteren höher angesetzt werden, als man es gewöhnlich tut, oder man muß ein Überleben der Dinosaurier bis ins Tertiär hinein annehmen. Eine sichere Entscheidung läßt sich zurzeit kaum fällen.*)

Nach dem Paläontologen Fl. Ameghino, dank dessen unermüdlicher Arbeit der Boden Argentiniens so reiche Funde gespendet hat, liegt die Heimat sämtlicher uns bekannten Säugetiere in Südamerika. Von hier sollen sie in mehrfachen, bis zum Miozän herabreichenden Wanderungen über Afrika nach Eurasien (Europa und Asien als ein Erdteil) und von da nach Nordamerika gelangt sein, außerdem direkt von Südamerika nach Australien. Der außerordentliche Reichtum der fossilen dortigen Säugetierwelt, 70 Familien mit 617 Gattungen und 1480 Arten gegen 31, bezw. 158, bezw. 1150 heute dort lebende, läßt diese Ansicht, die gleich der oben geschilderten Steinmanns noch viel Widerspruch findet, erklärlich scheinen. Die Entwicklung denkt Ameghino sich folgendermaßen:

Aus den Mikrobiotheriden, den primitivsten, den Beutelratten nahestehenden fossilen Formen, entwickelten sich drei Hauptäste: die Fleischfresser, die Nagerartigen und die Huftiere mit ihren Verwandten. Von den ersteren behält ein Teil die ursprüngliche Lebensweise und Körperbildung unverändert bei, die Beutelratten, und spaltet nur einen australischen Zweig ab, die fleischfressenden Beuteltiere (Beutelmarder, Dasyurus). Ein zweiter Zweig wird zu den Insektenfressern; den dritten leiten die rein südamerikanischen Sparassodontier ein, raubtierartige Säuger, die man meist an die Beuteltiere anschließt. Aus ihnen gingen in mehreren Linien die Urraubtiere (Kreodontier) und aus diesen wiederum die Robben und die ersten Raubtiere hervor, bei denen wenigstens für die Waschbären, Bären und Hunde ein südamerikanischer Ursprung als wahrscheinlich bezeichnet wird.

Aus dem zweiten, dem Nagerhauptaste, gehen zunächst die im Mesozoikum verbreiteten Vielhöckerzahner (Multituberculata, Mikrolestiden und Plagiaulaciden) hervor, anderseits aber auch die Wenighöckerzähner (Paucituberculata) Südamerikas, die nur noch eine einzige in ganz beschränktem Gebiet lebende Gattung besitzen. Aus letzteren, die man gewöhnlich als Bindeglied zwischen den beiden lebenden Beuteltierordnungen betrachtet, gingen die pflanzenfressenden Beuteltiere Australiens hervor, daneben aber auch eine Anzahl Familien, die man zu den Vielhöckerzähnern zu stellen pflegt. Aus diesen sollen wieder in zwei getrennten Linien die Nager mit einem, bezw. mit zwei oberen Schneidezähnen hervorgegangen sind. Dabei glaubt Ameghino nicht nur für die zweifellos in Südamerika alteinheimischen Stachelschweinnager, sondern auch für alle anderen Gruppen südamerikanischen Ursprung beweisen zu können, z. B. für die Biber, die Schuppenhörnchen, Springhasen, Springmäuse, Mausnager, Hasennager u. a.

Der dritte Ast endlich umfaßt die reich verzweigten Huftiere, die Rüsseltiere, Schliefer, Pferde, Plumphufer und die rein südamerikanischen Sitopternen, deren Stammbäume Ameghino entworfen hat. Auch bei ihnen sollen die Wurzeln sämtlich in Südamerika liegen. Bemerkenswert ist die Herleitung der Pferde von den Schliefern, wodurch sie von den anderen Unpaarhufern getrennt erscheinen. Zu den Huftieren werden auch eine Reihe Formen gestellt, die man sonst anderweit einreiht, z. B. die Pelzflatterer (Galeopithecidae), die meist als Insektenfresser, aber auch als Halbaffen oder Fledermäuse angesehen werden, und endlich auch die Halbaffen und Affen, die eine sehr früh sich abzweigende Nebenlinie darstellen. Daß schließlich auch der Mensch sich in Südamerika aus bestimmten Vorfahren, den südamerikanischen Homunkuliden, entwickelt haben soll, wird in einem der folgenden Abschnitte noch näher berührt werden. Alle anderen Gruppen der Primaten (hier also die Affenfamilien) sind Seitenzweige, die sich ins Tierische entwickelt haben.

Eine isolierte Stellung unter allen genannten Ordnungen nehmen die Zahnarmen ein, aus deren

*) Arldt: Die älteste Säugetierfauna Südamerikas (Archiv f. Naturgesch., 73. Jahrg., Bd. I, Heft 2); Südamerika als Entwicklungszentrum der Säugetiere (Nat. Rundschr. XXIII, Nr. 36).

Stammformen auch die australischen Kloakentiere (Monotremata) und die Wale hervorgegangen sein sollen, letztere allerdings mit Ausnahme der zu den Fleischfressern gestellten alten Schnauzenwale oder Zeuglodonten. Diese stammesgeschichtliche Anordnung ist von der gewöhnlich angenommenen also grundverschieden, ja ihr teilweise direkt entgegenlaufend, weshalb denn Ameghino auch die systematische Ordnung teilweise ändert, wie das ja auch Steinmann tut.

Ameghinos System der Säugetiere steht und fällt mit dem Alter der Formation, aus der er die Hauptmenge seiner Funde erhalten hat, der Guarani-Formation. Gehört diese, wie er annimmt, wirklich der Kreide an, so mag sein System nicht unbedingt richtig sein, dafür ist es zu einseitig, aber es ist dann höchst beachtenswert. Ist das Guarani dagegen wesentlich jünger, tertiär, so sind seine Stammbäume auf keinen Fall zu halten. Alles und jedes aus einem Gebiet herleiten zu wollen, ist sicherlich verfehlt. Jedes größere Landgebiet, betont Dr. Arlt, ist zweifellos eine Zeitlang ein Entwicklungsgebiet und Ausbreitungszentrum für bestimmte Säugetiergruppen gewesen, wie das von Europa, Nord- und Südamerika schon nachgewiesen ist, bei anderen Kontinenten mit der wachsenden Kenntnis ihrer Formationen und der darin enthaltenen Fossilien vielleicht noch erwiesen werden wird.



Bild des amerikanischen vierzehigen Urpferdes.

Mimikry und Schutzfärbung.

Die immer noch unentschiedene, und doch so wichtige und interessante Frage, wie die Entstehung der schützenden Ähnlichkeit im Tierreich zu erklären sei, wird der Lösung durch die Erörterungen zweier gewiegter Beobachter und scharfsinniger Denker, F. Doflein und Franz Werner, ein wenig näher geführt.*)

Doflein erzählt ein sehr instruktives Beispiel von Schutzfärbung einiger auf den Abhängen des berühmten Mt. Pelée lebenden Eidechsarten (Anolis). Auf den jetzt durch die Eruption zerstörten Tuffelsen in der Nähe des Meeres befanden sich im Jahre 1898 zwischen kleinen Bäumen zerstreute Rasenbüschel und andere, großenteils dürre Gewächse. Hier lebten drei durch ihre Färbung — grün, bräunlich, hellgrau mit dunkleren Flecken marmoriert — gut voneinander unterschiedene Eidechsen, die vielfach sehr lebhaft an denselben Orten nach Insekten jagten, wobei besonders die grüne und die braune Form miteinander wetteiferten. Wenn Doflein durch Näherkommen ihre Jagd störte, so erfolgte eine plötzliche Flucht, die jedoch die verschiedenen Individuen nicht in die Weite führte. Aber obwohl in nächster Nähe befindlich, waren sie dem Auge zunächst doch entschwunden, und erst nach einiger Gewöhnung erkannte der Beobachter, daß eine eigenartige Sortierung der Individuen nach Arten erfolgt war. Die grüne Art hatte die grünen Rasenbüschel aufgesucht, die braune die dürren, und die marmorierte Form endlich hatte die hellen Baumstämmchen aufgesucht, deren sonnenbeschienene Rinde mit dem Blätterschatten ihrer Färbung vollkommen entsprach. Im Schutz der umgebenden verbergenden Farben hielten sich die Tiere ganz ruhig, so daß man den Eindruck erhielt, als handelten sie mit dem Bewußtsein, dort gesichert zu sein.

Nachdenken und Beobachten haben Professor Doflein auf folgende Gedankengänge geführt:

Alle Tiere, die im stande sind, einen überlegenen Feind oder eine sonstige Gefahr wahrzunehmen und eine Rettung zu versuchen, handeln bei dem Rettungsversuch in einer speziell für ihre Art charakteristischen Weise. Es lassen sich unter diesem Gesichtspunkte diese Tiere in zwei große Gruppen einteilen:

1. Die flinken, raschen, mit einer gewissen Plastizität der psychischen Vorgänge ausgestatteten Formen;

2. die trägen, langsamen, mit vielfach hochdifferenzierten, aber einseitig ausgebildeten, wenig modifizierbaren Instinkten ausgerüsteten Formen.

Bei der ersten Gruppe handelt es sich um Tiere mit guten Sinnesorganen und ausgezeichneten Bewegungswerkzeugen, wie gewisse Hautflügler und Tagschmetterlinge, manche Fische, viele Vögel und Säugetiere. Sie pflegen, soweit sie nicht eine aktive Verteidigung versuchen, die Flucht ins Weite zu unternehmen und erst Halt zu machen, wenn sie eine große Strecke zurückgelegt haben.

Die Formen der zweiten Gruppe, die Instinkttiere, fliehen niemals in die Weite, ihre Bewegungen sind langsam und vorsichtig. Sie suchen bei drohender Gefahr vielfach ein Versteck in ihrer unmittelbaren Umgebung auf, eine Höhle, Erdspalte oder Felsenritze; andere verhalten sich bewegungslos an Ort und Stelle, ducken sich oder stellen sich gar tot. In dieser Gruppe handelt es sich vielfach um Tiere mit gering entwickelten

*) Biol. Zentralbl., Bd. 38 (1908) Nr. 7, 17, 18.

Sinnes-, besonders Sehorganen und langsamer Bewegung, und ihre Künste bedeuten Anpassungen, die auf die Sehorgane ihrer Verfolger berechnet sind.

In entsprechender Weise sind die Tiere mit Schutzfärbung und Mimikry angepaßt an eine Lebensweise, welche sie der Verfolgung durch sehende Feinde aussetzt. Und da ihre Verfolger, wie die meisten Tiere, mit Augen versehen sind, die sich besonders zur Wahrnehmung von Bewegungen eignen, so müssen sie, damit die schützende Ähnlichkeit mit der Umgebung in Wirkung trete, zur zweiten der obigen Gruppen gehören, d. h. sich vorübergehend oder dauernd in der schützenden Umgebung ruhig verhalten.

Prof. Doflein meint nun, es müsse in Fällen wie dem obigen mit den Eidechsen und in vielen ähnlichen bei Krebstieren, Spinnentieren, Insekten, Fischen, Reptilien, Vögeln und Säugetieren ein psychischer Vorgang in weiterem Sinne, ein Reflex oder Instinkt, die Tiere veranlassen, die zu ihrem Schutz zweckmäßige Handlung vorzunehmen. Daneben komme ein weiterer psychischer Vorgang zur Geltung, nämlich die Unterscheidung der schützenden Umgebung.

Daß eine solche Unterscheidung bei vielen Tieren stattfindet, ist durch Beobachtungen sichergestellt. Einwandfreie Beweise sind die Fälle sympathischen Farbenwechselns, z. B. beim Chamäleon, bei den Schollen, bei einer Garneele (Virbius varians). Besonders bei letzterer ist eine erstaunliche Farbenanpassung an die Umgebung nachgewiesen, und diese ist bedingt durch die Wahrnehmung der umgebenden Gegenstände mit Hilfe der Augen. Wie in manchen Fällen das Tier bestrebt ist, einen gestörten Gleichgewichtszustand irgend welcher Art wiederherzustellen, indem es sein eigenes Aussehen entsprechend der Umgebung aktiv ändert, so in anderen Fällen, indem es eine ihm selbst ähnliche Umgebung durch Ortsbewegung wieder aufsucht (vergl. die Beobachtung Dofleins aus seiner „Ostasienfahrt", Abschnitt Zoologie).

Es verdanken also die durch ihre äußere Erscheinung geschützten Tiere die Wirksamkeit dieses Schutzes erstens der Funktion ihrer eigenen Sinnesorgane, zweitens gewissen psychischen Vorgängen, die der Kürze halber „Instinkte" genannt werden. Beide, Sinnesorgane und Instinkte, sind am höchsten in den Stämmen der Gliederfüßler (Arthropoden) und der Wirbeltiere ausgebildet, und bei ihnen finden sich auch alle wirklich überzeugenden Beispiele von Schutzfärbung und Mimikry. Bei höheren Tieren mit Schutzanpassung durch Ähnlichkeit können wir annehmen, daß die Ähnlichkeit in Form oder Färbung mit bestimmten Gegenständen zunächst ohne jeden Zusammenhang mit dem Schutzbedürfnis entstanden ist und erst später von dem Tier zu Schutzzwecken ausgenützt wurde. Die sehr verschiedenartigen Ähnlichkeitsanpassungen könnten also auf ganz verschiedenen Wegen entstanden sein.

Auch die Instinkte, welche die geschützten Tiere zu ihren zweckmäßigen Handlungen veranlassen, sind dem Verständnis nicht völlig unzugänglich. Wie bei einem fliehenden Tier nach Erreichen des Verstecks, so tritt auch für das durch Ähnlichkeit geschützte in dem Moment, in dem es die ähnliche Umgebung erreicht, ein Zustand der Beruhigung ein, während es in der fremden Umgebung unruhig und reizbar war. Möglicherweise liegen also zum Teil hier reine Reflexvorgänge vor, und es ist nicht nötig, komplizierte Bewußtseinsakte anzunehmen. Die psychischen Vorgänge beim Aufsuchen der den Tieren ähnlichen Umgebung, besonders das Wahrnehmungsvermögen für geeignete Objekte, müssen mit den Vorgängen bei der Erkennung der eigenen Artgenossen eng zusammenhängen. Darauf weisen vor allem die biologischen Erscheinungen hin, die mit den sogenannten „Lockfarben" in Zusammenhang stehen.

Sicherlich bietet für die Entstehung der schützenden Ähnlichkeit die natürliche Auslese aus minimalen Variationen nicht die einzige Erklärungsmöglichkeit. Vielmehr ergibt sich, daß die so überraschend zweckmäßige Erscheinung auch dadurch zu stande kommen kann, daß vorhandene Formen, Färbungen und Zeichnungen sich mit schon vorhandenen Instinkten der Tiere kombinieren. Zahlreiche Forscher haben hervorgehoben, daß es schwer zu verstehen sei, wie eine Art durch natürliche Auslese zur Schutzanpassung gelangen könne, da doch die ersten Anpassungsschritte noch gar nicht nützlich gewesen sein könnten. Nehmen wir aber an, daß das Aussehen eines Tieres ohne Zusammenhang mit der Nützlichkeit entstanden ist und erst nachträglich durch den Instinkt, durch die Fähigkeiten des Tieres ausgenützt wird, so schwindet diese Schwierigkeit. Sind aber einmal erst bedeutsame Vorbereitungen zur Ähnlichkeit mit Naturgegenständen gegeben, so erscheint Doflein eine züchtende Einwirkung der Auslese durchaus möglich.

So hat z. B. eine in Ceylon sehr häufige Schmetterlingsart, Precis iphita, auf der Rückseite der dunklen Flügel einen Diagonalstrich, ähnlich wie er bei den sogenannten Blattschmetterlingen vorkommt. Sonst hat das Tier weiter keine Blattähnlichkeit. Aber es hat den auffallenden Instinkt, verfolgt, nicht davonzufliegen, sondern in die Tiefen eines Gebüsches zu tauchen und sich dort an den Ästen zwischen dürren Blättern niederzusetzen: ein werdender Blattschmetterling, der deutlich zeigt, wie der Instinkt das Wesentliche ist und der Blattähnlichwerdung vorangehen muß.

Gut sehende Feinde solcher Tiere besorgen eine sehr intensive Auslese, bei der die schützende Ähnlichkeit für die betreffende Art tatsächlich vorteilhaft ist, da die minder geschützten Individuen den Verfolgern zunächst zum Opfer fallen werden, während die besser geschützten und deshalb überlebenden Aussicht haben, sich fortzupflanzen und ihre Schutzvorteile auf die Nachkommenschaft zu übertragen. So kann also die natürliche Auslese die Schutzanpassung zwar nicht erzeugen, wohl aber sie erhalten, befestigen, vervollkommnen.

Auch Dr. Franz Werner teilt die Meinung Prof. Dofleins, daß die natürliche Auslese die Ausnützung von Ähnlichkeiten betreibe, die auf anderem Wege entstanden sind. Dagegen vertritt er die Überzeugung, daß Mimikry und Schutzfärbung in ihrer schützenden Wirkung überschätzt werden,

und belegt dies durch seine mehr als 20jährigen Beobachtungen in der freien Natur, Beobachtungen und Erfahrungen sehr interessanter Art, von denen hier leider nur wenige mitgeteilt werden können.

Werner zeigt zunächst, daß die auf physiologische Vorgänge zurückzuführenden, ursprünglich mit dem Schutz in keinerlei Verbindung stehenden Anpassungsfärbungen nur einen bedingten Wert haben und gewöhnlich durch andere Schutzeinrichtungen ergänzt werden, wie große Schnelligkeit, Fähigkeit sich zu verstecken oder tot zu stellen, sich einzugraben, Panzer, Stacheln oder Dornen, endlich aktive Verteidigungsmittel (Zähne, Hörner, Krallen, scharfe Säfte u. s. w.). Wäre durch diese Schutzeinrichtungen ein absoluter Schutz gewährt, so müßten die natürlichen Feinde einer so geschützten Tierart an Hunger zu Grunde gehen, eine Todesart, die wohl in der freien Natur unter normalen Umständen kaum vorkommt. Der Tod durch ein anderes Tier, dem es zur Nahrung dient, ist für die weitaus größte Zahl aller Tiere die normale Todesart. Bietet sich einer Art durch besonders gute Schutzfärbung die Möglichkeit, sich dem natürlichen, auf sie besonders angewiesenen Feinde zu entziehen, so muß dieser durch bessere Ausbildung seiner Sinnesorgane baldigst den Vorsprung einzuholen vermögen, wenn er nicht zu Grunde gehen soll. Es ist dieselbe Geschichte wie mit der sukzessiven Erfindung von Schiffspanzern, die so stark gemacht werden, daß kein Geschoß hindurchdringt, und von Geschützen, die dann doch im stande sind, die Panzer zu durchschlagen. Auch in den schönsten Fällen von Mimikry bei tropischen Schmetterlingen ist der wichtigste Schutz nicht die übereinstimmende Färbung, sondern die geringe Zahl der Individuen im Verhältnis zur Anzahl der „Modelle“, wodurch die Wahrscheinlichkeit, daß gerade die nachahmende, durch ihre Säfte nicht geschützte Art gefressen wird, eine minimale ist.

Es kann kein Zweifel daran bestehen, daß Schutzfärbungen für ihre Träger von Nutzen sind, z. B. gegenüber dem mäßig gesättigten Feind, der nicht mehr alle seine Sinne zur Erlangung der Beute anspannt, gegenüber dem gelegentlichen Feinde, der seine normale Nahrung vielleicht eher sieht; von Nutzen ferner dem Raubtier beim Beschleichen einer schlecht witternden, schlecht sehenden Beute. Aber die Schutzfärbungen, in welcher Art und Höhe der Ausbildung sie auch auftreten, sind noch immer zu unvollkommen, um den Gedanken zu rechtfertigen, daß sie selbst das Endziel ihrer Entstehung gewesen seien. Sie müssen ein sehr nützliches und willkommenes Nebenprodukt eines physiologischen Vorganges sein.

Man bezeichnet die grellen Farben mancher mit widrigen, scharfen oder übelriechenden, beziehungsweise giftigen Ausscheidungen versehenen Tiere als Schreck- oder Warnfarben. Aber auch diese Färbungen, die ja sicherlich im Zusammenhang mit den Ausscheidungen stehen, gewähren nur Schutz gegenüber gelegentlichen Feinden; die natürlichen, auf jene ausscheidenden Tiere angewiesenen Feinde der Kröten, Erdsalamander, stinkenden Käfer u. s. w. verzehren sie unbekümmert um die Sekrete und Warnfarben.

Die Nützlichkeit als Faktor bei der Entstehung der Schutzfarben ist nach Dr. Werner unbedingt auszuschalten. Zur Erklärung der Entstehung trägt schon erheblich bei, was Doflein annimmt: daß eine Fähigkeit der Pigmentanordnung unter dem Einflusse der Augen und des Zentralnervensystems für die Tierwelt im allgemeinen bestehe.

Irreführend bei Betrachtungen über den Wert der Mimikry wirkt vielfach der Umstand, daß mit großer Sorgfalt Formen zusammengestellt werden, von denen eine als Modell, die andere als Nachahmer fungiert, daß aber niemand daran denkt, daß unter gleichen Lebensbedingungen auch verschiedene Formen weitgehende Übereinstimmung zeigen, von denen die einen ebenso oder ebenso wenig geschützt erscheinen wie die anderen. Diese aber werden mit keinem Worte erwähnt, obgleich ihre Ähnlichkeit oft noch weit größer ist als die der berühmtesten Mimikrybeispiele. Es wird z. B. wenig Zoologen geben, welche die unter gleichen Umständen auf Neu-Guinea und in der Nachbarschaft lebenden Baumschlangen Python amethystinus und Dipsamorphus irregularis ohne weiteres zu unterscheiden vermögen, obwohl sie zu ganz verschiedenen Familien gehören; niemand wird aber im Ernst daran denken können, daß eine die andere imitiert. Wozu auch? Beide leben von denselben Tierarten, sind ihnen gleich gefährlich und haben außer dem Menschen kaum Feinde. Werner führt noch eine Anzahl von Beispielen an, bei denen man entweder nicht weiß, wozu die Nachahmung dienen könnte, oder nicht angeben kann, wer denn nun eigentlich das Modell, wer der Nachahmer ist. Ferner wird nachgewiesen, daß die bei manchen Arten vorausgesetzte und immer wieder als Beispiel angeführte Schutzfärbung gar nicht oder nur in höchst mangelhafter Ausbildung existiert.

Ein solches Schulbeispiel ist der Laubfrosch. „Die Farbenänderung des Laubfrosches“, heißt es, „speziell der Umstand, daß er auf glatter Unterlage eine grüne, auf rauher eine dunkle Farbe annimmt, widerspricht der Lehre von den Schutzfarben durchaus nicht. Denn die Laubblätter sind ja mehr oder weniger glatt, während die Borke der Bäume rauh ist. Wenn also der Frosch durch die glatte Unterlage dazu bewogen wird, grün zu werden, bekommt er dadurch eine Schutzfarbe, denn die Baumblätter, auf denen er zu sitzen pflegt, sind nicht nur glatt, sondern auch grün . . .“ u. s. w. Diese Beweisführung ist nach Dr. Werner eine völlig verunglückte. Sie geht erstens von der Voraussetzung aus, daß die Sache mit der Unterlage richtig sei, was nicht im entferntesten stimmt, da die inneren Zustände des Tieres (Hunger, Sättigung u. a.) sowie die Wirkung von Temperatur, Licht und Feuchtigkeit nicht in Betracht gezogen sind, und da Laubfrösche auf genau derselben Unterlage alle Färbungen, deren sie überhaupt fähig sind, annehmen können. Zweitens ist dieser Frosch in einem beträchtlichen Teil seines Lebens, nämlich in der Jugend und dann, wenn er bei Tage der Ruhe pflegt, bedeutend heller als seine Unterlage, und zwar sehr auffällig. Endlich sind die Ausdrücke grün und dunkel so unbe-

stimmt, daß sich mit ihnen alles und nichts beweisen läßt. Wie wird der Laubfrosch auf einem dunkelgrünen glatten Blatt? Hellgrün? so ist das keine Schutzfärbung; dunkel? so stimmt es nicht mit der glatten Unterlage.

Auch die Zeichnung, in erster Linie ein stammesgeschichtlich wichtiger, konstanter Modus der Ablagerung des im Körper erzeugten und überflüssig gewordenen Pigments, hat mit der Schutzfärbung nichts zu tun. Auf derselben Unterlage können die verschiedenst gezeichneten Tiere beisammen leben, wenn sie nur dieselbe Färbung besitzen; und dies ist, wie Werner an einem Beispiel aus der Sahara erläutert, auch der Fall.

Bei der Entstehung der schützenden Ähnlichkeit — dies betont Dr. Werner nochmals zum Schluß — ist also die Wirkung der Selektion völlig auszuschließen; da waren andere Einflüsse, entweder im Tiere selbst liegende oder Einwirkungen der Umwelt, tätig. Erst zu einer Zeit, wenn durch physiologische Ursachen sozusagen ein Substrat, ein Nährboden dafür geschaffen ist, kann die Selektion, die natürliche Auslese, in Wirkung treten. Diese Annahme hilft über alle Schwierigkeiten hinweg, die sich aus der immer wiederkehrenden Frage ergeben: ob denn die ersten überaus geringen Ähnlichkeiten schon nützlich gewesen sein können?

Im Anschlusse an diese Ausführungen mögen einige interessante Fälle von schützender Ähnlichkeit angeführt werden.

Über einen merkwürdigen Mimikryfall aus der Vogelwelt berichtet C. Worcester von den Philippinen.*) Der Beobachter kam Ende Mai durch eine spärlich bewachsene Gegend, als sein Pferd plötzlich stehen blieb. Es zeigte sich, daß es einen Vogel aus der Gattung der Ziegenmelker (Caprimulgus griseatus Wald.) erblickt hatte, der brütend auf seinen zwei Eiern saß und erst aufflog, als die Gefahr des Zertretenwerdens unmittelbar drohte. Jedoch blieb er schon 60 Zentimeter weiter mit ausgebreiteten Flügeln wieder ruhig liegen, offenbar um die Aufmerksamkeit des Reiters von den Eiern ab auf sich zu lenken. Worcester ritt ein wenig weiter, stieg dann ab und kehrte zu weiterer Beobachtung des Tieres zurück. Der Vogel saß schon wieder auf den Eiern und ließ den Forscher auf etwa zwei Meter herankommen; dann erst flatterte er unmittelbar über der Erdoberfläche davon, und zwar in einer so auffallenden Weise, daß es zweifellos schien, daß er die Aufmerksamkeit des Störenfrieds auf sich richten wollte, ein Verfahren, das dem Jäger von unseren Rebhühnern her wohlbekannt ist.

Worcester folgte dem Vogel, der dann in einiger Entfernung vom Brutplatze lebhafter zu fliegen begann und besonders vor dem jedesmaligen Niederlassen Zickzackbewegungen ausführte, so daß der Beobachter ihn oft aus den Augen verlor und nur mit Mühe wieder zu entdecken vermochte, auch wenn er ganz in der Nähe war. Die scheckige Farbe dieses Ziegenmelkers ist nämlich genau aus den Farbennuancen zusammengesetzt, die dem Sande, den größeren Steinen und den Kieseln der Umgebung eigen sind. Auf dem Boden war er daher fast unsichtbar.

*) Philippine Journ. of Science 1907, Oktob.; Prometheus Nr. 973.

Am nächsten Tage kehrte der Forscher mit einem photographischen Apparate zurück und machte drei Aufnahmen aus 3·3 Meter, 1·6 Meter und 0·6 Meter Entfernung. Auf der ersten ist das brütende Weibchen schwer zu erkennen, erst ein Blick auf das zweite Bild verrät dem Beschauer die Stelle, wo das Tier auf dem ersten sitzt. Das glänzende Vogelauge, das den Verräter spielen würde, ist geschlossen. Selbst als Worcester zu einer vierten Aufnahme von oben das Stativ unmittelbar über das Nest stellte, rührte sich das brütende Tier nicht und flog erst davon, als das schwarze Tuch der Kamera geschwungen wurde. So sehen wir denn auf dem vierten Bilde die zwei schmutzigweißen, mit einigen rötlichen Linien und Flecken gezeichneten Eier inmitten kleinerer und größerer Steine, zwischen denen sie bei ihrer ähnlichen Färbung wenig auffallen. Da gerade in der unmittelbaren Nachbarschaft keine solchen Steine vorhanden waren, so meint der Forscher, daß der Vogel sie aus größerer Entfernung herbeigetragen habe, um die Eier mimetisch zu maskieren: eine wohl etwas gewagte Annahme!

Es ist allerdings eine Eigentümlichkeit des europäischen Ziegenmelkers, Junge und Eier nach Störungen manchmal im Schnabel auf eine andere Stelle zu verschleppen, und da er auch in seinen sonstigen Lebensgewohnheiten sowie in der auffallenden Übereinstimmung seines Federkleides mit der Umgebung dem Vetter von den Philippinen gleicht, so wäre es wohl möglich, daß letzterer auch die Steine herbeigetragen habe. Ob aber behufs mimetischer Maskierung, erscheint doch sehr fraglich. Eher wäre noch anzunehmen, daß er die Eier an eine Stelle gelegt hat, wo zufällig schon die maskierenden Steinchen lagen.

Ein gutes Beispiel von Mimikry bilden die Nester der Laubsänger, von denen der „Katalog der Schweizerischen Vögel" folgendes berichtet:*) Das backofenförmige Nest des Weidenlaubvogels wird gewöhnlich auf den Boden oder einige Zentimeter über demselben in Gras, Efeugerank, Tannendickicht, Reisighaufen, zwischen Wurzeln ins Brombeergebüsch, in Dornengezweig aus Moos, Grashalmen, dürren Blättern gebaut; Haare, Federn, Pflanzenwolle bilden die Unterlage für die Eier; stets ist die äußere Bekleidung des Nestes der Umgebung angepaßt, wie das auch bei den Verwandten der Fall ist. Sie sind deshalb stets schwer aufzufinden.

Die Nester der Waldlaubsänger sind hie und da auf der Außenseite stark mit Flechten besetzt und bestehen in den Hauptbestandteilen aus Moos und Grashalmen, welche meist mit Zuhilfenahme von allerlei Haaren und hie und da auch Geweben, Spinnfäden und Gespinsten der kokonbildenden Raupen gefügt sind. Auch die feinen fadenförmigen Moose dienen diesem Zwecke, ebenso die meist in geringer Zahl vorhandenen dürren Blätter. Eins, das von Burg fand, war in einen dürren,

*) K. d. Schw. V. von Th. Studer u. V. Fatio, bearbeitet von G. von Burg, 5. Lief. Goldhähnchen, Laubsänger. Bern 1908.

noch belaubten Buchenast gebaut und der Umgebung angepaßt, indem es hauptsächlich mit dürrem Laube und Moos umflochten war. Soll man nun darin eine verstandesmäßige Handlung des Tierchens sehen, daß es hier nicht hauptsächlich Grashalme, sondern dürre Blätter, die das Nest in dem Gewirre des trockenen Buchenlaubes am besten verbargen, verwendete? Meines Erachtens ist eine solche Annahme in diesem Falle viel zu weit hergeholt; es erscheint nicht einmal ein besonderer Schutzinstinkt von nöten. Der Vogel baut eben im wesentlichen mit dem, was die Umgebung ihm dazu liefert, so daß das Nest nach Material und Färbung ohne weiteres der Umgebung gleicht und in ihr aufgeht. Da kann man kaum von Mimikry und mimetischen Künsten reden.

Aus der Pflanzenwelt.

(Botanik.)

Neuland, Tropenmoor und Inselflora.

Als im Jahre 1883 die in der Sundastraße gelegene Insel Krakatau durch einen Vulkanausbruch größtenteils zerstört und die stehengebliebene Ruine ihrer Vegetation gänzlich beraubt wurde, dachte noch niemand daran, daß das verlassene, von den nächsten Küsten Sumatras und Javas ungefähr 40 Kilometer entfernte Eiland in kommenden Jahrzehnten den Pflanzengeographen ein so lehrreiches Studienfeld bieten würde. Krakatau war durch meterhohe Überschüttung mit Asche ebenso wie seine Nachbarinseln Verlaten Eiland und Lang Eiland völliges Neuland geworden, dessen Neubesiedlung mit Pflanzen nur von auswärts her erfolgen konnte. Man glaubte, daß diese Besiedlung denselben Gang wie auf frischen Koralleninseln nehmen würde, welche die ersten lebenden Keime von Landpflanzen durch die Meeresströmungen erhalten, weitere sodann durch die fruchtfressenden Vögel, die in ihrem Auswurfe mancherlei Samen dorthin schleppen. Erst später scheinen Wind und andere Faktoren den Koralleneilanden auch Sporen und Samen anderer Pflanzen zuzuführen.

Auf Krakatau fand der berühmte Leiter des botanischen Instituts von Buitenzorg auf Java, Melchior Treub, der drei Jahre nach dem Ausbruche die Insel zuerst besuchte, ein ganz anderes Bild. Schon waren überall, vom Strande bis zum Gipfel der ehemals völlig mit Urwald bedeckten Insel, Anfänge einer neuen Pflanzendecke vorhanden. Die Besiedlung des Strandes und des Innern sowie der Abhänge des Vulkankegels Rakáta war gleichzeitig, aber in verschiedener Weise und in der Hauptsache auch mit verschiedenen Pflanzen erfolgt. Die ersten pflanzlichen Ansiedler auf den Bimsstein- und Aschenlagen waren blaugrüne Algen, denen wohl Diatomeen und Bakterien gesellt waren. Ihre Keime mußte der Wind herbeigetragen haben. Die Algen, eine schwarzgrüne, gallertig-schleimige Schicht, bildeten die geeignete nährstoffhaltige Unterlage für die Keimung von Moos- und Farnsporen und Samen einiger Blütenpflanzen, von denen erstere wiederum der Wind transportiert hatte. Vorherrschend waren die Farne, elf im indomalaiischen Gebiete weitverbreitete Arten, unter denen aber nur zwei eigentliche Strandpflanzen sind.

In der Driftzone des Strandes fand Treub Keimlinge von neun Arten Blütenpflanzen, deren Samen die Meeresströmung herbeigetragen hatte, ferner Früchte und Samen von sieben weiteren Blütenpflanzen, gleich den ersteren Angehörige der typischen Strandvegetation des malaiischen Archipels. Im Innern und an den Abhängen des Rakáta waren acht Phanerogamen, Pflanzen mit leichten, teilweise mit Flugapparaten ausgerüsteten Samen, die also der Wind ebenfalls aus der umgebenden Inselwelt herbeigetragen hatte. Durch tierische oder menschliche Vermittlung eingeschleppte Pflanzen waren auf der unbewohnten und nur schwer zugänglichen Insel noch nicht vorhanden.

Gut zehn Jahre später, im März 1897, stellten Treub und sein Begleiter O. Penzig eine beträchtliche Vermehrung der Arten in der Küsten- wie der Binnenlandflora fest. 62 Arten, nämlich 50 Phanerogamen und 12 Gefäßkryptogamen, bedeckten die drei Nachbarinseln in dichteren, teilweise geschlossenen Beständen. Auch hatte die Bildung charakteristischer Pflanzengesellschaften, sogenannter Formationen, begonnen. Am Strande herrschte die nach einer Trichterwinde (Ipomoea pes caprae) benannte Pes Caprae-Formation, im Innern hatte sich eine Art Grassteppe mit zum Teil übermannshohen Gräsern gebildet, die vielerorts in dichten Dschungel überging. Sträucher waren selten und Bäume fehlten noch ganz.

Wieder zehn Jahre später, im April 1906, hat Prof. Dr. A. Ernst aus Zürich die Inselgruppe besucht, um ihre Pflanzenwelt zu studieren.*) Die Vegetation hatte, wie schon vom Schiffe aus ersichtlich war, staunenswerte Fortschritte gemacht. Am Strande fand man am oberen Rande der von der Flut überspülten Zone Früchte und Samen von Landpflanzen in großer Zahl und Mannigfaltigkeit den Auswürfen des Meeres beigemischt, manche mit den Spuren einer langen, bewegten Reise, zersetzt und abgerieben, andere frisch, wie vom Baume gefallen: Kokosnüsse, die bis 10 Zentimeter gro-

*) Vierteljahrschrift der Naturf.-Gesellsch. in Zürich, 52. Jahrg. (1907), Heft 3 und 4.

ßen Steinfrüchte von Cerbera Odollam, die gerippten Früchte der Strandpalme Nipa fruticans, Früchte und Teile des Fruchtstandes von Pandanus, die steinfruchtartigen Samen von Cycas und zahlreiche andere kleine und große Früchte und Samen. Sie stammen alle von sehr weit verbreiteten Strandpflanzen und sind dieselben, welche die ersten Besiedler der jungen Koralleninseln liefern. Luftführende Hohlräume in Frucht- oder Samenschale, besondere umfangreiche, aber leichte Schwimmgewebe bedingen ihr geringes spezifisches Gewicht und verleihen ihnen Schwimmfähigkeit, während der Keimling durch eine innere harte und undurchdringliche Schale vor der schädlichen Wirkung des Meerwassers geschützt bleibt. Diesen Eigenschaften ihrer Samen und Früchte verdanken die Strandpflanzen ihre großen Verbreitungsbezirke, durch sie werden sie zu Pionieren der Vegetation, die zuerst vom Neuland im Meere Besitz ergreifen.

Die Inselflora besteht gegenwärtig aus Vertretern aller Abteilungen des Pflanzenreiches, Schleimpilzen, Bakterien, Algen, Pilzen, Laub- und Lebermoosen, Farnen, Gymnospermen und Angiospermen. Die Zahl der bei allen drei Besuchen gesammelten Arten beträgt 137. Die größte Zahl der seit 1897 eingewanderten Arten entfällt auf die Blütenpflanzen, die jetzt 92 betragen. Die Strandflora besteht zu zwei Dritteln aus Allerweltspflanzen der tropischen Küsten und auch die Pflanzen des Binnenlandes zeichnen sich meistens durch weite Verbreitung aus, dank der günstigen Anpassung ihrer Samen oder Früchte an den Ferntransport.

In der Strandflora lassen sich zwei Formationen unterscheiden, die schon genannte Pes Caprae-Formation mit den langen, überallhin wuchernden Stengeln und den großen blauvioletten Blüten der Trichterwinde, mit den Ausläufern von Spinifex squarrosus, einigen gelbblühenden, ebenfalls dem Boden angeschmiegten Schmetterlingsblütlern u. a., und dahinter der junge, noch von Lichtungen durchzogene Strandwald, die Barringtonia-Formation, wie er nach der Myrtazee Barringtonia speciosa, „dem schönsten Baum der tropischen Strandwälder", heißt. Den größten geschlossenen Bestand dieses Waldes bilden 12—15 Meter hohe Kasuarinen.

Große, reichlich fruchttragende Feigenbäume, die jetzt in sechs Arten auf Krakatau und Verlaten Eiland vertreten sind, gehören nebst einer Schlingpflanze aus der Familie der Kürbisgewächse zu denjenigen Ansiedlern, deren Samen im Leibe fruchtfressender Vögel auf die Inseln gelangt sein dürften. Etwas weiter landeinwärts ragt eine Gruppe Kokospalmen empor, reich mit Früchten beladen. Die Fruchtbildung hat offenbar schon vor mehreren Jahren begonnen, denn von den auf dem Boden liegenden reifen Nüssen haben viele schon gekeimt und Pflanzen bis zu 1 Meter Höhe erzeugt.

Im Innern arbeiten vielfach noch Algen und Laubmoose der weiteren Besiedlung vor, mehr als sie vielleicht noch die Bakterien, unter denen die stickstoffbindenden, welche die Wurzelknöllchen der Leguminosen bilden, nicht fehlen. Infolgedessen sind die Leguminosen für die Neubesiedlung der Insel von großer Bedeutung geworden; sie sind in 14 Gattungen mit 16 Arten vertreten und übertreffen an Individuenzahl fast alle anderen baum- und strauchartigen Blütenpflanzen. Im Innern der Insel zeigte sich eine von der Strandflora völlig verschiedene Vegetation, eine Art Grassteppe. Cypergräser und echte Gräser, letztere zum Teil durch ungewöhnliche Größe auffallend, herrschen daselbst, neben ihnen treten Farne und seltener einige hohe, grasartig entwickelte Erdorchideen und gelbblühende Vereinsblütler (Kompositen) auf.

Nebenbei sei bemerkt, daß auch die Tierwelt schon Einzug gehalten hatte, nicht nur einige Vögel, sondern auch Stechmücken und kleine Wespen, rote und schwarze, an den Berghängen angesiedelte Ameisen und sogar ein gelbbrauner feister Leguan (Calotes) von fast 1 Meter Länge. Sie sind wohl größtenteils auf Treibholz oder Korallentrümmern gelandet.

Der Anteil, den die verschiedenen Verbreitungsmittel der Pflanzen an der Besiedlung eines solchen Neulandes, wie es Krakatau 1883 wurde, nehmen, läßt sich ziffermäßig nicht sehr genau angeben, da die Art der Verbreitung bei manchen Pflanzen verschieden sein kann. Je nach der Art der Berechnung sind von den Phanerogamen 39 bis 72 Prozent durch Meeresströmung, 10 bis 19 durch Vögel und 16 bis 30 durch Luftströmungen eingeführt worden. Die letztgenannte Verbreitungsart gewinnt aber an Bedeutung durch die Tatsache, daß auch 16 Farnarten und fast sämtliche niederen Kryptogamen durch den Wind befördert worden sind.

Man möchte zunächst glauben, daß ein aus Asche und Bimsstein bestehender Boden, wie ihn das Inselneuland den Ansiedlern aus dem Pflanzenreiche bot, der Besiedlung sehr ungünstig gewesen sein müsse. Das ist jedoch nicht der Fall. Die Bodenanalysen zeigten, daß der Boden fast alle für die Pflanzen nötigen Nährsalze, außer Stickstoff- und Phosphorverbindungen, enthielt, zum Teil in wasserlöslicher Form. Die wasserlöslichen Stoffe entstammen größtenteils dem Meerwasser, das bis zum Lavareservoir des Vulkans durchgesickert oder beim Einsturze der Insel von oben her in den Krater eingedrungen ist. Die etwa fehlenden Stoffe können in Form von Staub durch Wind und Wasser auf die Inseln geführt sein. Für die Strandpflanzen kommen die Mengen von Seealgen und Meertieren in Betracht, welche durch die Flut und bei Stürmen an den Strand geworfen werden; durch ihre Verwesung werden dem porösen Boden fortgesetzt organische und anorganische Verbindungen zugeführt. Für die Herstellung günstiger Ernährungsbedingungen im Innern der Insel kommt außer den durch lokale Winde vom Strande her oder durch die Passate von weither getragenen Staub- und Erdteilchen als Hauptquelle stickstoffhaltiger Nahrung wohl die Zuführung von Salpetersäure und salpetriger Säure aus der Luft durch den Regen in Betracht.

Nicht so leicht wie diese Ansiedler auf dem anscheinend so sterilen Boden der Aschen und Laven des Vulkans haben es die Pflanzen, die in Tropen-

gegenden auf Moorboden wachsen. Dr. Koorders hat ein solches Tropenmoor durchquert, und die Mitteilungen, welche Prof. Dr. H. Potonié*) über diese Vegetation und ihre Eigenart macht, sind so reich an biologischen Momenten, daß der Leser ihnen mit Vergnügen folgen wird.

Das von Dr. Koorders durchquerte, mit immergrünem Mischwald bestandene Tropenmoor befindet sich in einer heißen Ebene des flachen östlichen Teiles der Insel Sumatra, am linken Ufer des Kamparflusses, mehr als 90 Kilometer von der Küste entfernt. Die von den Reisenden durchquerte Breite dieses Süßwassersumpfwaldes betrug 12 Kilometer, die vermutliche Oberfläche etwa 80.000 Hektar. Zum Überschreiten der kurzen Strecke waren drei außergewöhnlich anstrengende Marschtage erforderlich, wobei zwei Nächte hindurch inmitten des Moores biwakiert wurde. An diesen Biwaks fand Dr. Koordes mittels eines mehr als 6 Meter langen, am unteren Ende mit dem Messer eingeschlitzten Stockes, daß dort der Boden bis über 6 Meter frei war von anorganischen (mineralischen) Bestandteilen und nur aus einem schwarzbraunen, aus organischen Resten bestehenden Schlamm, also aus echtem Humus, bestand, der möglicherweise noch viel stärker gewesen sein kann. Beim Genuß des stagnierenden, dunkelbraunen Süßwassers von der Oberfläche zeigten sich, selbst wenn es ungekocht benützt wurde, bei keiner der mehr als 250 Personen starken Expeditionskolonne auch nur die geringsten Nachteile.

Das Betreten dieses Moores wurde nur dadurch möglich, daß die Wurzeln des Waldes, mit dem es überall bestanden war, die ganze Oberfläche mit einem dichten Netze bedeckten. Große Schwierigkeiten verursachte den Marschierenden der Umstand, daß die meisten Baumarten von zahllosen aufrecht wachsenden Atemwurzeln umgeben waren. Diese entweder dünnkegelförmigen, geraden oder dünnzylindrischen Atemwurzeln, die sich später knieförmig oben umbiegen, erheben sich $^1/_3$—$^1/_2$ Meter über die stagnierende Wasserfläche. Sie besaßen 2—4 Zentimeter, selten stärkeren Durchmesser und waren, in Übereinstimmung mit ihrer Atemfunktion, ohne Ausnahme dicht mit großen, kräftig funktionierenden, durch ihre weiße Farbe auffallenden Lenticellen (Korkwarzen) besetzt. Solche Pneumatophoren oder Atemwurzeln waren bei den Mangrovewaldbäumen des malaiischen Archipels, auch bei einigen anderen Baumarten wohl bekannt, traten hier aber bei ganz anderen Gattungen, nämlich Calophyllum, Eugenia, Chisocheton, Canarium und Myristica auf, während alle für die Mangrovewälder charakteristischen Bäume hier fehlten.



Hochwald-Flachmoor im Innern Sumatras.

Der Moorwald besteht vorwiegend aus sehr eng zusammenstehenden, 25—35 Meter hohen immergrünen Bäumen, deren glatte, auffallend gerade Stämme erst sehr weit oben unregelmäßig verzweigt sind und eine ziemlich dichte, aber nur wenig breite kleine Krone tragen. Aus kerzengeraden Bäumchen derselben Arten aus den Familien der Guttiferen, Burserazeen, Meliazeen, Myristikazeen, Myrtazeen und Euphorbiazeen besteht auch das Unterholz. Infolge des Halbdunkels, in dem sie vermutlich jahrzehntelang ihr Leben fristen müssen, tragen sie nur an ihrer äußersten Spitze eine auffallend kleine, schlecht belaubte Krone.

Unter den höchsten Bäumen dieses Flachmoorwaldes fehlen Gymnospermen und Monokotyledonen*) völlig; der Hauptbestand war ausschließlich aus Dikotylen zusammengesetzt, Vertretern solcher Familien, die im malaiischen Archipel das Hauptkontingent in den häufig 500 bis 600 Arten umfassenden immergrünen Mischurwäldern bilden. Doch waren die Arten dieses Sumpfwaldes von den Baumarten derselben Gattungen in den umliegenden Waldungen mit nicht stagnierendem Wasser

*) Naturwiss. Wochenschr., Bd. VI, Nr. 42.

*) Gymnospermen (Nacktsamige, deren Samenknospen nicht in einem Fruchtknoten eingeschlossen sind) sind außer den Zykadazeen und Gnetazeen die Nadelholzgewächse; Monokotylen (Spitzkeimer od. Einsamenlappige) sind die Gräser, Liliazeen, Palmen u. a., Dikotylen die mit zwei Keimlappen aus dem Samen hervortretenden Blütenpflanzen.

spezifisch verschieden. Unter den kleineren Bäumen und Sträuchern waren spärlich auch die Monokotyledonen vertreten, einige Palmen, Pandanus, Baumfarn, während Nadelholzartige ganz fehlten. Die Kräutervegetation des Moores war sehr spärlich, Gräser und Cypergewächse fehlten so gut wie vollständig, ebenso die Torfmoose, während andere Moose sowie Lebermoose, Flechten und Farne nur sehr vereinzelt auftraten. Meist war der Boden pflanzenleer und zwischen den Atemwurzeln nur mit dicken Schichten abgefallener, in Zersetzung begriffener Blätter der Waldbäume bedeckt.

Die meisten Stämme zeigten neben den erwähnten spargelartigen und knieförmigen Atemwurzeln noch drei erwähnenswerte Charaktere, nämlich Stelzwurzeln, Brettwurzeln und horizontal wachsende besenartige Luftwurzeln.

Die Stelzwurzeln und die Brettwurzeln zeigen sich so üppig entwickelt, daß dadurch der Pflanzenphysiognomie ein ganz besonderer Charakter aufgedrückt wird. Zuweilen gehen beide Formen ineinander über, im allgemeinen aber treten Baumarten mit ausgeprägten, viele Meter über der Erde ausgedehnten und gegen 3 bis 4 Meter hoch an den Stamm hinaufreichenden Brettwurzeln auf und daneben andere, bei denen der 25 bis 30 Meter hohe Stamm auf einem Gerüst von 2 bis 5 Meter hohen Stelzwurzeln ruht. Diese beiden Wurzelarten sind auf dem weichen schlammigen Boden als Befestigungsmittel zweifellos sehr nützliche Einrichtungen, und außerdem noch dadurch von Wert, daß sie die an den unteren Stammteilen auffallend zahlreichen Atmungsorgane der Lentizellen in besonders reichlicher und schöner Ausbildung tragen.

Auch die „besenartigen Luftwurzeln“ scheinen, nach ihrem Bau und nach der Üppigkeit ihrer Entwicklung und der außergewöhnlichen Häufigkeit ihres Vorkommens zu urteilen, bestimmt, dem Lufthunger der in so sauerstoffarmem Boden wurzelnden Bäume abzuhelfen. Die Besenluftwurzeln wachsen in Büscheln bis zu einer Länge von 1 bis $1^1/_2$ Metern horizontal vom Stamme fort. Sie zeigen weder im Anfange ihrer Entwicklung noch später eine Krümmung nach dem Erdboden zu wie gewöhnliche Ernährungswurzeln (positiv-geotropische Krümmung), noch eine solche nach oben (negativ-geotropisch) wie die Pneumatophoren. In Übereinstimmung mit ihrer Atmungsfunktion sind die Spitzen dieser Besenwurzeln über eine große Strecke entweder gar nicht oder nur sehr wenig mit Rinde versehen, infolgedessen schön weiß gefärbt oder mit zahlreichen Lentizellen versehen. Es finden sich jedoch derartige Besenwurzeln auch außerhalb des Moores und auf Standorten ohne ausgeprägte Sauerstoffarmut des Bodens.

Etwas Ähnliches wie diese Luftwurzeln hat schon vor 20 Jahren Prof. Jost an zwei europäischen Baumarten, der Esche und der Erle, beobachtet. Beide, besonders die letztere, zeigen, wenn sie im Sumpfboden stehen, nicht nur eine große Menge von stammbürtigen Adventivwurzeln, die fast gar nicht in den sauerstofflosen Boden eindringen, sondern in einiger Höhe über dem Boden horizontal verlaufen; nein, auch von dem in der Erde befindlichen Wurzelwerk treten Auszweigungen wieder zu Tage, um sich verzweigend auf dem Erdboden hinzukriechen. Vielleicht sind es gerade diese „aerotropischen“ Wurzeln, die dem Baume den Aufenthalt im Moorboden ermöglichen; an trockeneren Standorten fehlten sie.

Die an der Oberfläche bleibenden, zu einem ausgedehnten Gitterwerk entwickelten Wurzeln der Bäume des tropischen Laubwaldmoores verdanken ihre Entwicklung der Sauerstoffarmut und der durch die Humussäuren hervorgerufenen „physiologischen“ Trockenheit des Moorbodens. Sobald am Rande des Sumpfes das aus rein anorganischen Mineralstoffen bestehende trockene, sich ein paar Meter über den Wasserspiegel erhebende Gelände erreicht wurde, waren alle Charakterpflanzen des geschilderten Moorwaldes gänzlich verschwunden.

Zum Verständnis der Eigentümlichkeit der Steinkohlenzeitmoore, die wir fossil als Steinkohlenlager kennen, mit ihrer Vegetation von tropischem Habitus, trägt, wie Prof. Potonié bemerkt, die Kenntnis des geschilderten Moores wesentlich bei. Die Moore der Gegenwart, die man bisher gern zum Vergleich mit den Karbonmooren heranzog, z. B. die gut bekannten großen Moore im atlantischen Flachland des mittleren Nordamerika, wie der Great Dismal Swamp, taugen hiezu weniger, denn sie liegen nicht innerhalb der Tropen und haben im Winter sogar Fröste mit Eisbildung.

Ein Produkt geographischer Isolierung und der Verpflanzung in ein wesentlich wärmeres Klima ist die Flora der Kanarischen Inseln, mit der Prof. H. Schenck*) uns in einem Bande der wissenschaftlichen Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer „Valdivia“ bekannt macht. Diese Flora stellt zum größeren Teil ein Geschlecht urwüchsiger Pflanzen dar, die dem Menschen den Boden streitig machen, auch gegen Tiere gewaffnet sind oder sich doch, von ihnen beschädigt, wiederherzustellen vermögen, mit ausländischen Eindringlingen, den Unkräutern, einen erfolgreichen Kampf um das Bestehen führen, und sie sogar durch ihre viel vollkommenere Anpassung von manchen ausgedehnten Standorten ganz fernhalten. Nach Abzug der mit dem Menschen eingewanderten Fremdlinge setzt die Kanarische Flora sich aus 806 Arten Gefäßpflanzen zusammen, von denen 414 endemisch (nur dort zu Hause) sind. Eine Anzahl davon, wenn auch nur wenige, sind nicht wirklich autochthon oder ureingesessen, sondern uralte Einwanderer, deren Vertreter in der ursprünglichen Heimat ausgestorben sind. Die übrigen sind unter den eigentümlichen Daseinsbedingungen der Kanaren entstandene Neubildungen.

Diesen Inseln müssen also die Bedingungen für die Erzeugung neuer Formen in besonderem Maße zukommen. Sie haben zwar ihre Flora aus dem Mittelmeergebiete empfangen, liegen selbst aber außerhalb desselben, geographisch sowohl wie vor allem klimatisch. Das Klima ist viel wärmer und gleichmäßiger und im Küsten-

*) Beiträge zur Kenntnis der Vegetation der kanarischen Inseln, Jena 1907. (Wissensch. Ergebnisse etc. II. Bd., I. Teil, 2. Lieferung.)

gürtel noch regenärmer als im Heimatlande der Pflanzen. Der wirksamste Faktor bei der Entstehung der endemischen Gewächse war jedoch die insulare Isolierung. Die Kanaren enthielten von vornherein nur Typen, die über das Meer kommen konnten, und diese bildeten sich hier noch in ganz besonderer Weise fort. Entsprechende Beziehungen und ähnliche Umwandlungen zeigen sich auch in der Tierwelt. Die Menge der fliegenden Insekten ist geringer als auf den Festländern und die Flügel sind vielfach verkümmert. Das erklärt auch manche Eigentümlichkeiten der Blüten dieser Flora. Während die Insekten sich durch Verkümmerung ihrer Flugwerkzeuge der Ungunst des Klimas unterwarfen oder ihr, wenn ihre Existenz von den Flügeln abhing, durch deren Vergrößerung Trotz boten, entstand in der Blütenwelt ein auffälliger Gegensatz zwischen geringer Größe und Unscheinbarkeit einerseits, außergewöhnlicher Prachtentfaltung anderseits, je nachdem die betreffenden Pflanzen ohne Insektenbestäubung fortkommen oder dieselbe durchaus nicht entbehren konnten, in letzterem Falle also starker Lockmittel bedurften.



Stamm des großen Drachenbaumes bei Icod auf Teneriffa.

In der Vegetation der Kanaren lassen sich vier Regionen unterscheiden. Die erste, die **basale Region**, reicht vom Meeresspiegel bis 700 Meter auf der Nord-, 800 Meter auf der Südseite der Inseln. Eigenartige Gewächse dieser Region sind die auf den Kanaren heimische Dattelpalme (Phoenix jubae), die einzeln oder in kleinen Beständen auftritt, die in kandelaberartigen übermannshohen Büschen aus allen Felsspalten hervorwuchernde kanarische Wolfsmilch (Euphorbia canariensis) sowie Natterkopf und Immergrün (Sempervivum), dessen Arten auf den Kanaren und Madeira besonders zahlreich sind. Das größte Interesse des Reisenden erregt jedoch der „Dickhäuter" der kanarischen Flora, der **Drachenbaum** (Dracaena draco), dessen ältestes, seitdem völlig vernichtetes Exemplar zu Orotava schon A. von **Humboldt** beschrieb. Sein Stammumfang, der von seiner Höhe nur wenig übertroffen wurde, betrug 18 Meter, sein Alter wurde auf vier- bis sechstausend Jahre geschätzt. Schon die Ureinwohner der Inseln, die Guanchen, sollen ihn wegen seines hohen Alters verehrt haben. Bereits im 15. Jahrhundert war sein Stamm hohl, so daß die Eroberer der Insel, die Spanier, ihn als Kapelle benützen konnten. Als er 1867 einem Orkan zum Opfer gefallen war, trat an seine Stelle als ältester Kanarier der Drachenbaum von Icos de los Viños, dessen Höhe 23 Meter und dessen Umfang 3 Meter über dem Boden 12·5 Meter beträgt. Sein Alter wird von Prof. **Schenck** nur auf 300 Jahre geschätzt, während andere 2000, sogar 4000 bis 6000 Jahre annehmen. Ein würdiger Nachfolger dieses zweiten Riesen wird dereinst der verhältnismäßig schlanke, aber schon jetzt 25 Meter hohe Drago auf dem Kirchhofe von Realejo el Alto im Taorotal bei Orotava sein, der vermöge der hohen Lage dieses Ortes die ganze Gegend beherrscht.

An die basale Region schließt sich die **untere Bergregion**, die auf der Nordseite bis 1600, auf der Südseite bis 1300 Meter reicht. Sie birgt an den geschützten, dem Regen mehr ausgesetzten Abhängen und in den feuchten Schluchten die eigenartigste und interessanteste Pflanzenformation der atlantischen Inseln, den **Lorbeerwald**. Er ist ein Produkt des feuchten makronesischen Klimas, fehlt daher auf den östlichen Kanaren und auf den Kapverden. Infolge der Zerstörungssucht der Einwohner hat sein Areal sehr abgenommen. Offene, windige und weniger feuchte Stellen bewohnt der Hartlaubbusch.

In der **oberen Bergregion**, dem Pinar, herrscht als einzige Baumart die kanarische Kiefer (Pinus canariensis), die vereinzelt auch bis zur Basalgegend hinabsteigt. Durch rasches Wachstum ausgezeichnet, erreicht sie eine Höhe von 30 und mehr Metern. Die Äste beginnen bei freiem Stand des Baumes am Boden und werden nach der Spitze zu kürzer, so daß die Bäume an unsere Edeltanne erinnern. Eine zweite endemische Koniferenart ist der buschartige Wacholder (Juniperus cedrus), der infolge seines wertvollen Holzes schon nahezu ausgerottet ist.

Über 2000 Meter im Norden, 2600 auf der Südseite liegt die **alpine Region** der Kanaren, die eigentlich nur auf Tenerifa mit dem 3700 Meter hohen Pico de Teyde in größerem Umfange besteht. Sie ist das Gebiet der Retama blanca (Spartocytisus supranubius), eines übermannshohen, kugeligen Ginsterbusches. Im ganzen beherbergt diese Region noch ein halbes Hundert Gefäßpflanzen, teils kontinentale Arten aus dem

Mittelmeergebiete, teils endemische, unter denen sich alte kanarische Pflanzentypen finden.

Blütenbiologisches.

Ein unerschöpfliches, jeden Naturfreund immer wieder aufs neue anziehendes Feld der Forschung und Beobachtung bieten die **Beziehungen der Insekten und Blüten.** So groß die Masse der auf diesem Felde gesammelten Tatsachen auch sein mag — Bände sind bereits gefüllt damit —, erschöpft sind sie nicht im mindesten, und jeder schöne Sommertag kann unsere Einsicht in diese „zarten Verhältnisse" zwischen zwei von der Natur so wunderbar ausgestatteten Arten von Wesen vermehren und unsere Freude daran neu beleben.

In einer Arbeit „Zur Kenntnis einiger Blütensekrete nebst Bemerkungen über neuere blütenbiologische Arbeiten" gibt Dr. Josef **Fahringer***) einige seiner eigenen Beobachtungen. Die erste derselben bezieht sich auf eine nahe Verwandte unserer Schwarzwurz (Symphytum officinale), auf die **knollige Schwarzwurz** (S. tuberosum), die von **Fahringer** genau untersucht ist. Die glockenförmige Blumenkrone dieser Pflanze trägt am Grunde einen gelblich aussehenden Wulst, der einen Ring um den Fruchtknoten bildet. Dieser Wulst besteht nach mikroskopischer Untersuchung aus zahlreichen ein- bis zweizelligen Haargebilden (Trichomen), die eine dicke oberhautartige Membran besitzen.

Diese Haarzellen enthalten Zucker und sondern den Honig ab. Der Blütenhonig enthält etwa 77 Prozent Wasser und 23 Prozent Zucker, und da eine Einzelblüte ungefähr 6 bis 8 Milligramm Zucker liefert, so müssen von der Hummel zu einem einzigen Gramm Zucker rund 120 Blüten abgesucht werden, und zu einem Kilogramm sind etwa 119.000 Blüten erforderlich. Diese Zahlen, meint **Fahringer**, erklären zur Genüge das ungemein häufige Vorkommen der Symphytumarten, die zu den beliebtesten Besuchsobjekten für blütenbestäubende Insekten gehören. Die große Zahl der reichlich Honig absondernden Trichome gestattet überdies einen mehrmaligen Besuch durch Insekten, und zwar so, daß die Fremdbestäubung ziemlich gut gesichert erscheint. Überdies sind die Trichome selbst durch die dicke, ziemlich harte Zellhaut so gut geschützt, daß man sie selbst an alten, von Stacheln angebohrten Blüten noch unverletzt findet, die Bienen sich also mit dem außen abgeschiedenen Honig begnügen müssen. Wir haben es hier also mit einem **Falle ganz besonderer Anpassung an die Insektenbefruchtung mittels honigabsondernder Trichome** zu tun.

Außer dem Blütenhonig ist nur noch der Pollen als ein allgemein verbreitetes Anlockungsmittel der Blumen zu nennen, bei manchen Pflanzen ist sogar ein Teil der Staubblätter direkt in sogenannte Beköstigungsantheren umgewandelt, jedoch meist nur dann, wenn keine Honigabsonderung stattfindet. In den meisten Fällen kommt es zur Ausbildung von zahlreichen Staubblättern, von denen dann einzelne ohne Schädigung der Befruchtungsmöglichkeit abgeweidet werden können, wie bei den Hahnenfußgewächsen und Rosazeen, oder es stehen die Einzelblüten in dichten Blütenständen beisammen und es werden dann nur wenige Antheren ausgebildet, wie bei den Vereins- oder Korbblütlern und den Doldenblütigen. Die große Zahl besonders solcher Pflanzen, die den Insekten Pollen oder Honig liefern, darf uns nicht wundernehmen, wenn wir beachten, von wie hervorragender Bedeutung für die Lebensverhältnisse der meisten Insekten gerade diese Anlockungsmittel sind.

Fahringer gibt eine Tabelle, die das Verhältnis der Blütenausscheidungen zu den Lebensmitteln der Bienen klarlegt. Aus ihr geht zunächst hervor, daß der Blütenhonig sehr wässerig ist und verhältnismäßig wenig Zucker enthält, die Bienen also gezwungen sind, ziemlich viele Blüten abzusuchen, um einigermaßen Honig zu bekommen. Auch besteht der Blütenhonig fast zu gleichen Teilen aus Glukose und Saccharose, während im Bienenhonig nur wenig von letzterer vorhanden ist; offenbar wird sie im Bienenleibe durch geeignete Fermente in Glukose verwandelt. Der wässerige, fett- und eiweißreiche Futterbrei wird fast ausschließlich aus dem Pollen erzeugt und nur wenig mit Honig vermengt; hier dürfte wohl auch das überschüssige Wasser des Blütenhonigs Verwendung finden. Es läßt sich also behaupten, daß Honig und Pollen für die Lebensbedürfnisse der meisten Insekten vollkommen ausreichen, denn bei fast allen nicht räuberisch lebenden Insekten verhält es sich bezüglich der Ernährung ähnlich wie bei den Bienen. Die sonst noch vorkommenden Anlockungsmittel, wie Futterhaare, Blütenwachs u. a., die ja nicht allgemein vorkommen, besitzen dagegen eine untergeordnete, nur aus den besonderen Lebensverhältnissen solcher Pflanzen erklärliche Bedeutung.

Bei Orchideen, namentlich tropischen, und auch bei anderen einheimischen Pflanzen bilden die als **Futterhaare** bezeichneten Eiweiß- und Fettdrüsen ein Anlockungsmittel, dessen Bedeutung, abgesehen davon, daß sie ein wichtiges Nahrungsmittel für gewisse Insekten abgeben, auch darin besteht, daß sie den nur in einem einzigen Staubblatte erzeugten und in seiner Ganzheit für die Befruchtung notwendigen Pollen vor den Angriffen pollenfressender Insekten schützen; denn diese Futterhaare produzieren gerade diejenigen Stoffe, die sonst den Staubbeuteln entnommen werden müßten. Auf diese Weise erklärt sich auch, warum speziell bei den Orchideen Futterhaare als Anlockungsmittel vorkommen, wie überhaupt anzunehmen ist, daß diese Organe ausschließlich bei pollenarmen Blüten vorkommen, d. h. solchen, deren Pollen, er mag an Masse gar nicht so gering sein, doch ganz und gar für die Befruchtung notwendig ist.

Das **Blütenwachs**, das bei verschiedenen Pflanzen vorkommt, ist von **Fahringer** bei der Orchidee Ornithidium divaricatum untersucht worden. Die Lippe (das Labellum) dieser Blüte ist auf der Oberseite gegen die Spitze zu tief braunrot gefärbt und trägt an dieser Stelle einen weißen, flockig aussehenden Überzug von Blütenwachs; ein

*) Beihefte zum Bot. Zentralblatt, Bd. 23 (1908), Heft 3.

zweites Wachsklümpchen befindet sich weiter oben gerade der Narbe gegenüber. Das Ornithidiumwachs ist ein mit Harz und ätherischen Ölen gemengtes fettfreies Glyzerin und stimmt mit den bisher untersuchten pflanzlichen Wachsarten sowohl chemisch wie physikalisch fast vollkommen überein. Die Behauptung, daß hier die Blüte denjenigen Stoff, den sich die Insekten zu ihrem Zellenbau sonst selbst bereiten müssen, als Anlockungsmittel fix und fertig darbiete, bestreitet Fahringer. Das Bienenwachs ist ein Umwandlungsprodukt des Honigs oder anderer Nahrungssäfte. Das Blütenwachs dagegen liefert lediglich sogenanntes Klebewachs zum Verstopfen von Ritzen, Fugen u. dgl., zu welchem Zwecke die Bienen ja auch klebrige Überzüge von Knospen, Wachsabsonderungen von Blättern und Früchten einsammeln. Bei unserer Orchidee bildet nun das Blütenwachs zugleich durch die Farbe ein Anlockungsmittel, durch die Lage ein Sicherungsmittel der Fremdbestäubung und durch seine Klebrigkeit ein Abwehrmittel gegen kleine kriechende Insekten.

Hübsche Beobachtungen über Orchideen in der Trierer Gegend teilt ein rheinischer Botaniker, P. J. Busch, mit.*) Es gibt dort wohl keine Pflanzenfamilie, die sich bei alt und jung einer solchen Beliebtheit erfreut, wie die Knabenkräuter oder Orchideen. Sogar die seltenen Arten belegt der Trierer mit volkstümlichen Namen. Aceras anthropophora ist ihm der „gehenkte Mensch", Ophrys apifera die „Bien", O. muscifera die „Mück", O. arachnites die „Spinn", Neottia nidus avis das „Vogelnest", Himantoglossum hircinum der „stinkende Bock". Letztere, die Bocksriemenzunge, trägt ihren Namen ganz mit Recht. Ihr Duft steht hinter dem eines übelriechenden Ziegenbockes nicht zurück. Stellt man ein Exemplar der Pflanze im Glase Wasser ins Zimmer, so ist bald der ganze Raum von dem unangenehmen Dufte erfüllt.

Die Orchideen werden sehr fleißig von Insekten besucht. In einem Dorfe klagte dem Erzähler eines Tages ein Bienenzüchter, seine Bienen seien krank, sie hätten eigentümliche Gewächse am Kopfe. Mitkommend zum Bienenstande sah Busch, wie fast jede heimkehrende Biene am Kopfe mit einem oder zwei Pollenpäckchen von Orchideen behaftet war. Dieselbe Erscheinung zeigte sich bei den Bienen der sämtlichen neun Bienenstände des Ortes. Die Pollinarien stammten aus den Blüten der grünen Orchis (Platanthera viridis), die in großen Mengen auf den das Dorf umgebenden Wiesen blühte.

Leider ist es bis heute noch nicht gelungen, Orchideen auf die Dauer in unseren Gärten anzusiedeln. Selbst in der Muttererde mit großen Ballen dorthin verpflanzt, verschwinden sie nach einigen Jahren für immer. Abgeschnittene Orchideen dagegen halten sich im Wasserglase wochenlang, selbst wenn man sie welk nach Hause gebracht hat. Man beachte beim Einstellen ins Wasser nur, daß man den untergetauchten Stengel im Wasser, etwa 1 bis 2 Zentimeter unter dem Wasserspiegel, abschneidet. Sie erschließen dann ihre Knospen und bringen nicht selten sogar die Fruchtknoten beinahe zur Reife.

*) Verhandl. des Naturhist. Vereins der preuß. Rheinlande und Westfalens., 64. Jahrg., 1. Hälfte, Bonn 1908.

Der Nektar scheint bei den Orchideen im allgemeinen eine minder hervorragende Rolle als in anderen Pflanzenfamilien zu spielen, da er in ihrer Blütenökonomie vielfach durch andere Stoffe, wie Wachs und Futterhaare, ersetzt wird. Dies erklärt sich vielleicht dadurch, daß dem Blütenhonig, wie schon ältere Untersuchungen von Sprengel, Darwin u. a. gezeigt haben, neben seiner Bedeutung für die Bestäubung noch andere Verrichtungen zufallen, daß er solche anderweitige Funktionen in der Orchideenblüte jedoch nicht zu erfüllen hat, hier also nicht so nötig ist. Eine dieser Funktionen besteht nach M. W. Burck*) darin, das Aufspringen der Antheren zu erleichtern. Dem Aufspringen der Staubbeutel pflegt ein Wasserverlust voranzugehen, der in einzelnen Fällen, z. B. bei der Kaiserkrone, bis zu 90 Prozent des ganzen Staubbeutelgewichtes betragen kann. Da nun bei vielen Pflanzen, z. B. bei Vereinsblütlern, Schmetterlingsblütlern, Erdrauchgewächsen u. a., das Öffnen der Antheren noch bei geschlossener Blüte vor sich geht, die Transpiration also für die Wasserentledigung nicht in Betracht kommen kann, so kam Burck auf die Vermutung, daß das Wasser der Antheren auf osmotischem Wege, d. h. mittels Durchtritt durch die Gefäßwände, durch die Nektarien oder andere zuckerhaltige Absonderungen aufgesogen werde. An der Hand von Experimenten sucht er zu beweisen, daß bei der Weigelie (Diërvilla), dem Fingerhut, der Nachtkerze u. a. der stark zuckerhaltige Staubfaden das Aufspringen veranlasse, bei der Vogelmiere, vielen Schmetterlingsblütlern, dem Hirtentäschelkraut u. a. die am Grunde der Staubblätter befindlichen Nektardrüsen.

Merkwürdigerweise treten gegenwärtig auch andere Stimmen dafür ein, daß die Nektarabsonderung wahrscheinlich schon lange eine beständige Eigenschaft der Pflanzen gewesen ist, bevor von einer Anpassung an Insekten die Rede war, daß also die Nektarien zu den Organisationsmerkmalen der Blüte zu rechnen sind. Daß sie außerhalb der Blüte eine andere Rolle spielen, als man bisher annahm, ist ja erst kürzlich von verschiedenen Seiten nachgewiesen worden (s. Jahrb. VI, S. 127, Ameisenfreundschaft und Pflanzenschutz).

Die Einrichtungen der Blüte sind bisher allzu einseitig auf die Anpassung an die Kreuzungsvermittler, die Insekten, bezogen worden — so behauptet W. Burck in einer hochinteressanten Arbeit über „Darwins Kreuzungsgesetz und die Grundlagen der Blütenbiologie",**) in welcher er versucht, die herrschende Theorie von dem Nutzen der Kreuzbefruchtung und der Blütenanpassungen, die letztere begünstigen, zu widerlegen.

Die Stützpunkte, von denen aus Burck die alte Lehre aus den Angeln zu heben versucht, sind die Mutationslehre seines berühmten Landsmannes de Vries und die neueren Anschauun-

*) Revue gén. de Botanique, Bd. 19, (1907) S. 104.

**) Extrait du Recueil des Travaux bot. Néerlandais vol. 4 (1907), S. 102. Naturw. Rundsch., 23 Jahrg. Nr. 13.

gen über die Konstitution des Zellkernes. Nach der Mutationstheorie, welche die sprungweise Entstehung neuer beständiger Arten lehrt, ist eine allmähliche Anpassung der Bestäubungsvermittler an neue Blütenmerkmale und die allmähliche stärkere Ausbildung nützlicher Merkmale durch natürliche Zuchtwahl seitens der Insekten schwer zu begreifen.

Die neuere Zellkernlehre hat gezeigt, daß die zur Entstehung des neuen Lebewesens notwendige Vereinigung der Elternkerne nur dann vollkommen normal verläuft, wenn die männlichen und die weiblichen Chromosome, welche die Vorkerne des Keimkerns bilden, dieselbe Anzahl von Eigenschaftsträgern enthalten. Stimmt die Zahl der erblichen Anlagen der beiden Vorkerne nicht genau überein, so entstehen Störungen, die besonders bei der Bildung der Geschlechtszellen des Tochterindividuums hervortreten werden. Für die völlige Fruchtbarkeit und die Entfaltung aller Eigenschaften der Nachkommen wäre also eine gleiche Konstitution der Sexualkerne erforderlich, und diese Bedingung wird bei den Pflanzen, die sich von altersher durch Selbstbefruchtung fortgepflanzt haben, am vollkommensten gewährleistet.

Die Unmöglichkeit der Fremdbestäubung ist nur bei solchen Pflanzen vorhanden, deren Blüten stets geschlossen bleiben (kleistogame Blüten, Kleistogamie); sie finden sich namentlich in der Familie der Anonazeen oder Flaschenbäume, deren Mitglieder sich durch ihre großen, äußerlich beschuppten oder fazettierten, zum Teil sehr wohlschmeckenden Früchte auszeichnen. Zwei kleistogame Gattungen unter ihnen, Goniothalamus und Artabotrys, sind über einen großen Teil der Erde verbreitet und lassen annehmen, daß die Kleistogamie bei ihnen ein ererbtes Merkmal von uraltem Datum sei. Die Kleistogamen erklärt Burck daher für die gametenreinsten aller Pflanzen, da bei ihnen der Zellkern „äonenlang" von aller Vermischung mit fremden Elementen freigeblieben ist und der eine Vorkern keine Abweichung erhalten konnte, die nicht auch dem anderen zu teil wurde. Auch für diejenigen Kleistogamen, die nebenbei sich öffnende, mit Blumenblättern versehene Blüten (chasmogame Bl.) tragen, z. B. die stengelumfassende Taubnessel, der Sauerklee, das Märzveilchen, hat Burck an einer Anzahl von Beispielen gezeigt, daß die chasmogamen Blüten für die Kreuzung keine Bedeutung haben, da sie meistens selbstbefruchtete Samen hervorbringen, und daß außerdem Pflanzen aus gekreuzten Samen solchen aus kleistogamen Samen keineswegs überlegen sind, was man bisher allerdings annimmt.

Darwins Kreuzungsgesetz*) besagt, „daß sowohl bei Tieren als bei Pflanzen eine Kreuzung zwischen verschiedenen Varietäten oder zwischen Individuen derselben Varietät, aber von verschiedenen Untervarietäten, den Nachkommen Kraft und Fruchtbarkeit verleiht. In zweiter Linie beweisen diese Tatsachen und Versuche (Darwins und der Viehzüchter und Gärtner), daß eine Kreuzung zwischen naheverwandten Wesen, zwischen sogenannten Blutsverwandten, die Kraft und Fruchtbarkeit der Nachkommen vermindert. Dies alles nun bringt mich zu dem Glauben, daß kein organisches Wesen sich selbst befruchtet für eine Ewigkeit von Generationen, sondern daß eine Kreuzung mit einem anderen Individuum von Zeit zu Zeit — vielleicht nach langen Zwischenräumen — durchaus erforderlich ist."

Burck hält dieses Gesetz nicht für richtig. Es gründe sich nicht auf Versuche mit reinen Arten, sondern mit Gartenvarietäten und anderen Pflanzen, die durch Kreuzung verschiedener Arten oder Varietäten entstanden sind, sogenannten Hybriden. Alle diese Versuchspflanzen waren nach Burcks Ansicht durch die Bastardierung an Fruchtbarkeit, Stärke und Wuchshöhe zurückgegangen, und wenn die Kreuzung bei ihnen günstig wirkte, so entspricht das den Erfahrungen, die man an Bastarden gemacht hat; denn deren Nachkommen zeigen sich, wenn sie durch Kreuzung zu stande gekommen sind, an Kraft und Fruchtbarkeit den durch Selbstbefruchtung entstandenen überlegen, was sich wieder aus der Beschaffenheit der zusammentreffenden Sexualkerne erkläre. Also nur für hybride, nicht für reine Arten sei mit der Kreuzbefruchtung ein Vorteil verbunden.

Leugnet nun Burck, daß in der Natur Blüteneinrichtungen auftreten, die als Anpassungen zur Sicherung der Kreuzbefruchtung gedeutet werden, also die Einrichtungen, daß die Geschlechtsorgane auf einer Pflanze örtlich getrennt oder auf zwei Pflanzen verteilt auftreten (Monöcie beim Mais, Diöcie beim Hanf, Gynodiöcie wie beim Quendel), oder daß die gegenseitige Lage der Narben und Staubbeutel die Selbstbestäubung verhindert (Herkogamie), oder daß sie durch Reifwerden der Narben und Staubbeutel zu verschiedener Zeit (Dichogamie) verhindert wird? Die Einrichtungen kann er natürlich nicht leugnen, aber er erklärt sie konsequenterweise nicht für nützlich, sondern für schädlich.

Den angeblichen Nutzen der Diklinie (d. h. der Ein- und Zweihäusigkeit der Pflanzen) habe schon Darwin in späteren Jahren in Abrede gestellt. Sie sei das Ergebnis einer sprunghaften Variation (Mutation). Ebenso sei die Gynodiöcie, die Einrichtung, daß dieselbe Art auf einem Stocke rein zwitterige Blüten, auf anderen nur weibliche besitze, ohne Nutzen. Daß sich solche unzweckmäßige Einrichtungen erhalten haben, lehre uns, daß wir uns die Wirkung des Kampfes ums Dasein im allgemeinen falsch vorstellen und einzelne richtige Beobachtungen zu sehr verallgemeinert haben.

Das bekannteste Beispiel für die Herkogamie, die Verhinderung der Selbstbefruchtung durch die Lage der Blütenteile, bilden seit Darwins berühmten Untersuchungen (Kreuz- und Selbstbefruchtung der Pflanzen) die Orchideen. Er selbst hat aber schon gezeigt, daß die Selbstbefruchtung auch bei den Orchideen recht häufig ist. Delpino und Hildebrandt, die zahlreiche herkogame und dichogame Blüten untersuchten, fanden, daß bei beiden Gruppen die Kreuzung im allgemeinen zwischen zwei Blüten desselben Stockes stattfindet, und daß bei Herkogamen in sehr vielen Fällen die Insekten zwar eingreifen, aber keine

*) Entstehung der Arten, Ausg. Hendel, Halle a. S., Seite 102.

fremd-, sondern eine Eigenbestäubung bewirken. Beide Forscher glaubten, wie Darwin selbst damals noch, daß die Befruchtung einer Blüte mit dem Pollen einer Nachbarblüte desselben Stockes zwar vielleicht nicht so vorteilhaft wie die Kreuzung mit einem anderen Individuum sei, aber doch einen gewissen Vorteil vor der Selbstbefruchtung habe; Darwin fand aber einige Zeit später bei Versuchen mit dem roten Fingerhut, der Gartenwinde (Ipomoea purpurea), der gelben Maskenblume (Mimulus), einem Pelargonium und dem gemeinen Dosten, daß das nicht der Fall war. Damit ist nach Burcks Ansicht die Voraussetzung, daß der Bau der Blumen, besonders bei den Dichogamen und Herkogamen, auf eine Sicherung der Kreuzung hinweise, hinfällig geworden. Das sei



Welwitschia mirabilis.

auch Darwins Meinung gewesen, aber die Blütenbiologie sei ihm darin nicht gefolgt, sondern ihre eigenen Wege gegangen.

Die meisten dichogamen Pflanzen können Insektenbesuch völlig entbehren, da sie zur Selbstbefruchtung befähigt sind. Entweder springen die Staubbeutel zuerst auf, dann haben die Blüten den Pollen immer noch nicht ganz verloren, wenn die Narben zur Reife kommen, und bei den meisten Pflanzen, deren Narbe zuerst reift, bleibt sie auch lange frisch genug, um einige Tage später noch von dem dann hervorquellenden Pollen befruchtet zu werden.

Demnach kann die Dichogamie keine nützliche Sexualeinrichtung genannt werden. Sie ist nicht durch natürliche Zuchtwahl oder sonstige Nützlichkeitsgründe, sondern aus der Entwicklungsgeschichte der betreffenden Pflanzen zu erklären. In gewissen Fällen ist die Protandrie, d. h. Reifen der Staubblätter vor den Narben, so stark ausgebildet, daß die Narben erst zum Vorschein kommen, wenn die Staubbeutel schon entleert und abgefallen sind. Dann ist natürlich eine Selbstbefruchtung unmöglich. Diese Formen sind aber durch alle Zwischenstufen mit solchen verbunden, die sich von homogamen, Staubbeutel und Narben gleichzeitig zur Reife bringenden, nicht mehr unterscheiden lassen und sich regelmäßig selbst befruchten. Wie sich die Blüten in dieser Hinsicht verhalten, das hängt nach Burck einfach von der verschiedenen Schnelligkeit ab, mit der die zentripetale Entwicklung der Blütenwirtel (Kelch, Krone, Staub- und Fruchtblätter) vor sich geht. Unter diesem Gesichtspunkte erscheint die Protandrie als eine ganz normale Erscheinung und die Homogamie als eine Protandrie mit schnell aufeinander folgender Entwicklung der Geschlechtsorgane.

Viel schädlicher als die Dichogamie ist die Herkogamie, d. h. die der Selbstbefruchtung hinderliche Stellung der Blütenteile, da die herkogamen Pflanzen noch viel abhängiger von den Insekten sind als die dichogamen. Burck ist der Überzeugung, daß die Herkogamen durch Mutation aus Pflanzen, die sich unabhängig von allem Insektenbesuch selbst befruchteten, hervorgegangen sind. Durch eine sprungweise Variation habe sich die Lage der Staubblätter und Narben zueinander so abgeändert, daß der Pollen nicht mehr auf die Narbe ausgestreut wird. Die große Schädlichkeit der Herkogamie (Abwehr der Selbstbefruchtung) ergibt sich daraus, daß (nach Darwin und Fritz Müller) eine gewaltige Zahl von Orchideen ausgestorben sein müsse. Daß der wundervolle Bau der Orchideenblüten ausschließlich durch Mutation entstanden sei, glaubt Burck allerdings selbst nicht: es habe die natürliche Auslese eine Rolle dabei gespielt und sie werde auch jetzt noch von den Insekten zur Erhaltung der verschiedenen Eigenschaften der Blüten ausgeübt.

Nach diesen Ausführungen wären die Insekten, besonders im Beginn ihrer Beziehungen zur Blütenwelt, nichts weiter gewesen als lästige Schmarotzer, die sich gewisser Stoffe bemächtigten, welche die Pflanze zu ganz anderen Zwecken hervorgebracht hatte. Jetzt haben sich gegenseitige Dienstleistungen daraus entwickelt, aber selbst diese sind seitens der Insekten, soweit sie Kreuzbefruchtung herbeiführen, nicht von dem Nutzen, den man bisher darin gesehen hatte. Weitere Untersuchungen müssen lehren, ob diese Anschauungen Burcks richtig sind. Bis zu diesem Erweise dürfen wir den blütenbiologischen Forschungen auch weiterhin mit dem Interesse folgen, das sie in reichem Maße verdienen, und wenden uns zu dem Zwecke zuerst nach Afrika, dessen botanische Schätze trotz fleißigster Arbeit der europäischen Gelehrten noch lange nicht gehoben sind.

Eine der merkwürdigsten Pflanzen der Erde dürfte die südafrikanische, nach ihrem Entdecker benannte Welwitschie (Welwitschia mirabilis Hook.) sein, über deren Bestäubungsverhältnisse Dr. Rudolf Pöch bei seinem Aufenthalte in Deutsch-Südwest Näheres zu ermitteln ver-

suchte.*) Man denke sich holzige, oft kaum handbreit aus dem Sandboden hervorschauende runde Stämme, von denen nach zwei gegenüberliegenden Seiten je ein langes, überaus festes und steifes Blatt ausgeht und sich dem Boden anschmiegt. Man vermag an diesen mit ihrer Wurzel tief in den Felsboden verankerten Pflanzenruinen kaum eine Spur von Lebenstätigkeit zu entdecken, ausgenommen zur Blütezeit, wenn die auf verschiedenen Exemplaren gesondert stehenden männlichen und weiblichen Blütenstände hervorbrechen.

Die Station Welwitsch an der Bahnstrecke Swakopmund-Karibib, deren Name sich auf das Vorhandensein der seltsamen Pflanze gründet, bot dem Forscher Gelegenheit, ihnen nahezukommen, und zwar traf er sie gerade in der Blütezeit, im Dezember, was für die Beobachtungen sehr günstig war. Etwa $1^1/_2$ Stunden südsüdwestlich von der Station stehen auf einer etwas muldenförmigen Fläche, den Regenrinnen folgend, gegen 100 Welwitschien, zum Teil von den Heuschrecken so hart mitgenommen, daß sie keine Blüten angesetzt hatten. Es ist staunenswert zu sehen, bis wie weit die überaus festen und steifen Blätter dieser Pflanzen von den Zerstörern abgefressen waren. Die Größenerstreckungen der meisten Pflanzen waren: Durchmesser des von oben gesehenen elliptischen Stammes 0·75 bis 1 Meter, von einem Blattende zum anderen $1^1/_2$ bis 2 Meter. Das größte Exemplar hatte 1·30 Meter als Stammdurchmesser und maß von einer Blattspitze zur anderen (quer über die ganze Pflanze) 2·40 Meter. Ganz alte Stämme sehen wie eine aus mehreren Einzelstämmen zusammengesetzte Riesenwucherung aus.

Die Pflanze ragt höchstens mit dem obersten Teile des Stammes pilzhutförmig aus dem Boden hervor, oft ist sie aber fast ganz vom Sande verweht. Die Blätter waren meist nicht mit Sand bedeckt, sondern lagen flach auf dem Boden mit vertrockneten und zerschlissenen Blattenden. Das Ausgraben der ganzen Pflanze ist mit großer Schwierigkeit verbunden, weil sie eine sehr tief eindringende, sich verjüngende und sehr brüchige Wurzel hat. An den verletzten Stellen sondert sich ein klebriger Saft ab.

Die Pflanzen stehen weit zerstreut, männliche und weibliche durcheinander. Fast an allen fand sich eine langrüsselige, lebhaft gefärbte Wanze, die nicht nur zahlreich unter den Blättern saß, sondern auch auf den männlichen und weiblichen Blüten herumkletterte. Außer ihr kämen als Bestäubungsvermittler nur noch eine viel kleinere rote Wanze und eine mit Vorliebe auf den Staubblättern der männlichen Blüten verweilende Fliege in Betracht. Dr. Pöch erhielt jedoch aus seinen Beobachtungen den Eindruck, daß die Insekten nur gelegentlich die Übertragung des Pollens besorgen; er vermutet, daß die Welwitschie für die Übertragung des Blütenstaubes durch den Wind eingerichtet ist. Während der Zeit seines Aufenthaltes kam täglich um die Mittagszeit eine mäßige südwestliche Brise auf. Leider erfahren wir darüber, ob der Pollen dabei stäubte, ob er überhaupt zur Übertragung durch den Wind eingerichtet ist, nichts. In der warmen Tageszeit waren die weiblichen Blüten häufig mit Harztropfen besetzt. Überreife oder schon vertrocknete Zapfen auf der Erde verrieten das häufige Gelingen der Befruchtung.

*) Anzeiger der K. Akad. d. Wiss. Wien, Jahrg. 1908, Nr. 6.

Im Anschlusse daran seien noch einige biologische Beobachtungen F. Hildebrands mitgeteilt, die zum Teil auf das Kapitel „Zweckmäßigkeit in der Natur" ein seltsames Licht werfen.*)

Das Bingelkraut ist eine windblütige zweihäusige Pflanze, bei der die männlichen Stöcke



Kleeseide (Cúscuta Trifólii). *a* Kleepflanze von der Kleeseide befallen, *b* Blütenknäuel der Kleeseide, vergrößert.

einen ziemlich kräftigen Duft ausströmen. Infolge sorgsamer Beobachtung an acht Tagen stellte Prof. Hildebrand fest, daß nur die männlichen Blüten des Bingelkrautes von Insekten, Bienen, behufs Pollensammelns besucht werden, die weiblichen dagegen nie, ungeachtet der von Weiß in ihnen entdeckten Staminodien (verkümmerten Staubblättern), welche nach ihm an ihrer Spitze Zuckersaft ausscheiden sollen. Dieser scheint gar keine Anziehungskraft auf die Insekten auszuüben, also vollständig nutzlos zu sein. Ob die weiblichen Blüten einen Duft ausströmen, ist sehr zweifelhaft, jedenfalls ist er nicht so stark, um die Bienen anzulocken, da diese sich nach Hildebrands Beobachtungen nur zu den männlichen Blüten wenden. Und an diesen ist der Duft nur für die Bienen von Wert, indem er ihnen den Pollen anzeigt. Für die Bestäubung der weiblichen Blüten ist dagegen dieser Duft und seine Folge, das Besuchtwerden der männlichen Stöcke, ganz nutzlos; ihre Bestäubung wird allem Anscheine nach allein durch den Wind bewirkt. Allerdings sind die Pollenkörner der Pflanze nicht wie die der sonstigen Windblütler vollständig glatt, sondern schwach

*) Beihefte z. Bot. Zentralbl., Bd. 25, 1. Abt., Heft 1.

rauh, und dies sowie die Staminodien der weiblichen Blüten mag ein Nachklang früherer Insektenblütigkeit der Mercurialis annua sein, der heute bedeutungslos geworden ist.

Dieselbe Beobachtung wie beim Bingelkraut — Besuch der männlichen Blüten, besonders solange es noch an sonstigen Frühlingsblüten fehlte, und Verschmähen der weiblichen Blüten — machte Prof. Hildebrand bei der Eibe und beim Haselstrauche. Auch der männliche Hanf wurde im Sommer vielfach von Bienen und Hummeln besucht, während keines dieser Insekten an die Blüten der zwischen den männlichen Pflanzen stehenden weiblichen Stöcke ging.

Es gibt also, so schließt Hildebrand, eine Reihe von Windblütlern, an deren männlichen Blüten der Pollen von Insekten gesammelt wird, ohne daß sie ihn auf die weiblichen Blüten befördern; etwaige Anlockungsmittel, die sich an den männlichen Blüten befinden, sind also nur noch für die Insekten von Nutzen, für die Bestäubung der weiblichen Blüten aber durchaus nicht mehr.

Dieselbe Arbeit Prof. Hildebrands enthält interessante Beobachtungen über die Wirtspflanzen der Flachsseide (Cuscuta europaea) und der ihr sehr nahestehenden, gleichfalls schmarotzenden Cuscuta lupuliformis. Bekanntlich lösen sich die Flachsseiden nach einem eigenartigen Jugendstadium völlig von der mütterlichen Erde los, indem sie ihre Nährpflanzen umwinden und ihnen vermittels kurzer Saugwarzen die Nahrung entnehmen. Cuscuta europaea ist in dieser Hinsicht sehr vielseitig. Hildebrand fand sie auf Pflanzen der verschiedensten Familien schmarotzend, auf den meisten recht üppig, auf einigen allerdings auch in einem Zustande, der andeutete, daß es sich nur um einen Notbehelf handle und die Säfte des Wirtes dem Gaste wenig zusagten.

Am meisten scheint die europäische Flachsseide auf Nesselblütigen zu schmarotzen (zweihäusige Nessel, Hopfen, Parietaria officinalis), wobei sie merkwürdigerweise die kleine Nessel (Urtica urens) streng vermeidet. Unter den Vereinblütlern (Kompositen) fand sie sich auf der Schafgarbe, der Flockenblume und dem Rainfarn üppig gedeihend, ferner auf zwei Artemisiaarten (vulgaris und Absinthium). Unter den Glockenblumen wurde Campanula rapunculoides trotz ihres Milchsaftes nicht verschmäht, und selbst bei den Rauhblätterigen (Boraginazeen) waren die stechenden Haare kein Hindernis für die Saugwarzen gewesen, sich festzusetzen: mehrere Blütenstände des doch so stark behaarten Natternkopfes (Echium vulgare) waren ganz von der mit massenhaften Fruchtknäueln besetzten Flachsseide überwuchert. Die Säfte des zu den Krappgewächsen (Rubiazeen) gehörenden Labkrautes (Galium Mollugo) schienen der Schmarotzerin, nach dem spärlichen Fruchtansatze zu schließen, nicht zu behagen; vielleicht bietet ihr aber auch hier wie beim Kälberkropf (Chaerophyllum temulum) der schmächtige Wuchs der Wirtin nicht Nahrung genug. Unter den Silenazeen war besonders das Seifenkraut (Saponaria officinalis) von der Flachsseide heimgesucht; ferner zeigten sich mehr vereinzelt die Brombeere (Rubus caesius), das Johanniskraut (Hypericum perforatum), der orientalische Mohn und einige andere von ihr heimgesucht.

Gräser scheint weder die europäische noch die hopfenförmige Flachsseide recht bewältigen zu können; wahrscheinlich können die zartwandigen Zellen ihrer Saugwarzen die harte kieselige Oberhaut der Gräser nicht durchdringen. Cuscuta lupuliformis ging, an einer Weidenart ausgesät, von dieser bald auf andere, benachbarte Salixarten über, in deren Ästen sie sich wohl bis über 5 Meter in die Höhe zog, und wucherte ferner auch auf den am Grunde der Weiden stehenden Pflanzen, z. B. der Miere Stellaria nemorum. Sehr üppig gedieh sie auf der großen Nessel, von der sie auf die benachbarten Büsche der gefleckten Taubnessel (Lamium maculatum) überging. Ob letztere, bemerkt Hildebrand humorvoll, von der Flachsseide für Brennesseln gehalten wurden, können die Anhänger der Mimikry näher untersuchen. Vielleicht werden sie sagen, daß ebenso, wie einerseits die gefleckte Nessel die Ähnlichkeit mit der Brennessel als ein Schutzmittel angenommen habe, anderseits die Flachsseide die gefleckte Nessel wegen ihrer Ähnlichkeit mit der Brennessel ansauge. Merkwürdigerweise behagte auch das scharfsaftige Schöllkraut bis zu seinen Früchten hinauf dieser Flachsseideart ungemein.

Bestimmung und Vererbung des Geschlechts.

Bekanntlich bringen gewisse Pflanzen ohne Befruchtung reife und keimfähige Samen hervor, eine Eigentümlichkeit, die als (echte oder unechte) Parthenogenesis bezeichnet wird und zuerst wohl 1833 von Ramisch in Prag am Bingelkraut festgestellt ist. Ähnliche Versuche hat neuerdings W. Krüger*) angestellt, und zwar mit einer bemerkenswerten Erweiterung des Ergebnisses: die unbefruchteten weiblichen Bingelkrautpflanzen — Mercurialis annua ist zweihäusig — lieferten nicht nur reife Samen, sondern aus letzteren gingen nur oder fast nur weibliche Individuen hervor.

Einen ähnlichen Erfolg hatten die Versuche Krügers mit dem (gleichfalls zweihäusigen) Hanf und der roten Lichtnelke (Melandryum rubrum). In den Hanfkulturen wurden die männlichen Pflanzen vor der Reife des Blütenstaubes entfernt; die zurückgebliebenen weiblichen Pflanzen blühten ziemlich reichlich und lieferten bei der Ernte wohlausgebildete, wenn auch nicht sehr zahlreiche Samen, deren Inhalt sich bei der Schnittprobe als normal erwies. Von 25 dieser Samen ging etwa die Hälfte auf, und alle entstehenden Pflanzen waren weiblich. Bei der roten Lichtnelke (gleichfalls diözisch) entwickelten die unbefruchteten weiblichen Stöcke gleichfalls wohlausgebildete Früchte, welche Samen von anscheinend ganz normaler Art enthielten. Ob auch diese Samen nur weibliche Pflanzen ergeben, muß noch untersucht werden. Auffällig ist, daß nur ein geringer Prozentsatz der Blüten zur Fruchtbildung gelangte, während die meisten bald vertrockneten und abfielen. Man könnte das Ver-

*) Berichte der Deutsch. Bot. Ges., Bd. 26a (1908), S. 353.

halten der Pflanze als einen Notbehelf bezeichnen.

Daß alle Eizellen gleiche Geschlechtstendenz, und zwar die weibliche, besitzen, ergaben auch die Versuche, welche C. Correns anstellte, um experimentell zu entscheiden, ob die Keimzellen schon eine bestimmte Geschlechtstendenz haben und wie der Befruchtungsvorgang auf die Geschlechtsbestimmung einwirkt.*)

Correns ging bei seiner Versuchsanordnung von folgender Überlegung aus: Bei der Vereinigung der Geschlechtszellen höherer zweihäusiger Pflanzen ist zwar das jeweilige Geschlecht der Nachkommen scharf und eindeutig bestimmt, nicht aber die zu diesem Ergebnis führende Geschlechtstendenz der Keimzellen. Diese bilden nach ihrer Tendenz zwei Unbekannte. Gelänge es nun, die eine Keimzelle mit ihrer unbekannten Tendenz durch eine fremde mit bekannter Tendenz zu ersetzen, so müßte sich die Tendenz der anderen bestimmen lassen. Dieser Versuch kann so ausgeführt werden, daß statt des Pollens der männlichen Pflanze der zweihäusigen Art Pollen einer verwandten, jedoch einhäusigen oder zwitterigen Art zur Bestäubung benützt wird. Letzterer Pollen hat, wie alle Keimzellen monözischer oder zwitteriger Pflanzen, die Tendenz, einhäusige oder zwitterige Nachkommen zu erzeugen. Man könnte nun weiter annehmen, daß diese Geschlechtstendenz der männlichen Keimzelle die (unbekannte) Tendenz der weiblichen Zelle nicht beeinflusse, sondern daß die männliche Keimzelle nur die Anregung zur Entwicklung gebe. Das ist aber nach den Versuchen nicht immer der Fall.

Correns benützte zu den Bastardierungen die Zaunrübe, und zwar die einhäusige Bryonia alba und die zweihäusige Br. dioeca. Wurde die weibliche Blüte der letzteren mit Pollen der einhäusigen Pflanzen bestäubt, so entstanden lauter entschieden weibliche Individuen. Das Merkmal der Diözie dominiert also über das Merkmal der Einhäusigkeit, und, was vor allem bemerkenswert: die Keimzellen der weiblichen Pflanze haben alle die gleiche weibliche Tendenz. Zweitens wurde Bryonia dioeca weiblich mit dem Pollen derselben Art von einem männlichen Stocke belegt: Die Hälfte der aus den erzielten Samen gezogenen Pflanzen war männlich, die Hälfte weiblich. Es ergibt sich also, daß die männlichen Keimzellen eine Bedeutung für die Geschlechtsbestimmung haben; welcher Art diese ist, ergibt sich aus dem dritten Versuche.

Hier wurde Bryonia alba weiblich mit Bryonia dioeca männlich gekreuzt, und zwar mit dem Resultat, daß zur Hälfte männliche, zur Hälfte weibliche Individuen entstanden, nicht wie im ersten Falle nur weibliche. Die männlichen Keimzellen der zweihäusigen Pflanze können also nicht alle die gleiche männliche Tendenz besitzen, sonst hätten hier, analog dem ersten Versuche, alle Bastarde männlich sein müssen. Es zeigt sich vielmehr unzweideutig, daß die männlichen Keimzellen der zweihäusigen Zaunrübe mit verschiedenen Geschlechtstendenzen begabt sein müssen, die eine Hälfte mit männlicher, die andere mit weiblicher Tendenz. Das Geschlecht der Nachkommen wird also vom Vater beziehungsweise von dem Umstande bedingt, daß der Vater zweierlei Geschlechtszellen produziert, die bei der Befruchtung der einseitig zur weiblichen Tendenz beanlagten Eizellen über das Geschlecht der Nachkommen entscheiden. Diese überraschende Tatsache hat sich nicht nur bei den Bryonien und anderen zweihäusigen Pflanzen feststellen lassen, sondern auch mit solchen, bei denen getrenntgeschlechtige, zwitterige und vermittelnde Individuen nebeneinander vorkommen.

Einen dritten Beitrag zur Entscheidung der Frage, wodurch das Geschlecht bei zweihäusigen Pflanzen bestimmt werde, hat Fritz Noll*) geliefert. Noll versuchte zunächst zu ermitteln, ob vielleicht an der weiblichen Staude diözischer Pflanzen verschiedene Stellen für männlich und für weiblich vorausbestimmte Eier in Betracht kommen. Der Annahme, daß dies der Fall sei, schien eine Beobachtung am Bingelkraut sehr günstig. Von dieser Pflanze findet man nicht selten zwei Stämmchen so dicht nebeneinander, daß sie dem flüchtigen Blicke wie eine einzige erscheinen, und die in der Umgegend von Bonn beobachteten Paare derart bestanden ausnahmslos aus einem Männchen und einem Weibchen. Da an der Pflanze die einsamigen Früchte paarweise beisammenstehen, so lag die Vermutung sehr nahe, daß die Geschlechter schon an der Mutterpflanze in dieser Weise zusammengeordnet auftreten. Dennoch beruhte diese Annahme auf Täuschung; denn bei weiterem Nachforschen im Freien fanden sich auch zahlreiche Paarlinge mit gleichartigem Geschlechte, und die Aussaaten von paarweise beisammenstehenden Früchtchen ließen ebenfalls keinen Zweifel darüber, daß jenes zuerst beobachtete Zusammenstehen rein zufällig war. Es ließen sich überhaupt weder beim Bingelkraut noch bei Hanf, Spinat und Lichtnelke Beziehungen zwischen Entstehungsort an der Mutterpflanze und Geschlecht des Samens nachweisen.

Es wird zwar angenommen, daß die Zahl der männlichen Individuen zu der der weiblichen einer Art innerhalb einer großen Pflanzenschar ein bestimmtes feststehendes Verhältnis zeige. Doch scheint diese Annahme auf sehr schwachen Füßen zu stehen. Bei Halle a. S. z. B. zählte man beim Hanf unter 40.000 Pflanzen auf 100 männliche je 115 weibliche; in Österreich war das Verhältnis 100 zu 120, in Erlangen (66.000 Exemplare) 100 zu 154. Vielleicht kommen in diesen abweichenden Zahlen Rasseneigentümlichkeiten zum Ausdrucke. Noll stellte durch Beobachtung der Nachkommenschaft einer einzigen Hanfpflanze fest, daß unter den Abkömmlingen einer Mutterpflanze keine korrelative Regelung stattfindet. Er fand dabei das Geschlechtsverhältnis 100 zu 96, also eine erhebliche Abweichung von obigen Zahlen. Durch Untersuchung der Nachkommenschaft von Zwergpflanzen stellte er sogar Abweichungen, wie 100 männliche zu 10 weiblichen und anderseits 100 männliche zu 900 weiblichen fest, und sieht darin einen weiteren Beleg für die Behauptung, daß die Regelung des

*) Archiv f. Rassen- und Gesellschaftsbiol., Bd. 4 (1907). Als Buch: Die Bestimmung und Vererbung des Geschlechts. Berlin, Bornträger, 1907.

*) Sitzungsber. der Niederrh. Gesellsch. für Natur- und Heilkunde zu Bonn, 1907.

Geschlechtsverhältnisses nicht vom Weibchen ausgeht.

Falls nun also, wie anzunehmen, das Geschlecht seitens des Männchens bestimmt wird, so muß in den Nachkommen einer männlichen Pflanze das typische Geschlechtsverhältnis jedesmal klar zu Tage treten; und das war bei Fortsetzung der Nollschen Versuche, bei denen zahlreiche weibliche Pflanzen mit dem Pollen einer einzigen männlichen unter Ausschluß anderen Blütenstaubes künstlich bestäubt wurden, ersichtlich der Fall. Die betreffenden Verhältniszahlen, 100 zu 117 und 100 zu 121, kommen der sogenannten „typischen Konstante", die nach dem oben Gesagten ja recht weitherzig aufzufassen ist, sehr nahe.

Mithin erfolgt, was auch die Versuche von Correns dartaten, die Geschlechtsbestimmung durch den Vater, der zweierlei Geschlechtszellen hervorbringen muß: solche, die Männchen, und andere, die Weibchen erzeugen. Theoretische Erwägungen führten Noll zu der Annahme, daß man von zweierlei männlichen Geschlechtszellen nur insofern reden könne, als die einen in ihrer männlichen Tendenz gegenüber der schwächeren weiblichen Tendenz im Ei die Herrschaft gewinnen, während andere männliche schwächer sind und die weibliche Tendenz der Eizelle zur Geltung kommen lassen.

Zur Begründung dieser Ansicht führt Noll folgendes aus: Bei den Zweihäusigen (auch Mensch und Tier sind ja, letztere mit Ausnahme der Zwitter, Diözisten) ist der Geschlechtscharakter bis in die einzelnen Zellen hinein ausgeprägt. Darauf beruht jedenfalls die Erscheinung der sogenannten sekundären Geschlechtsmerkmale, die schon lange vor Ausbildung der Geschlechtsorgane das Geschlecht verraten können. Darauf beruht es ferner, daß jeder noch so kleine Steckling, jede Brutknospe oder Brutzelle einer weiblichen Pflanze wieder eine weibliche, jeder Steckling, jede Brutknospe oder Brutzelle einer männlichen Staude wieder eine männliche Pflanze ergibt. Da die Eizelle auch nichts anderes ist als ein regenerationsfähiger Teil der Mutterpflanze, so wird man ihr auch keine andere Geschlechtstendenz beilegen dürfen als allen anderen Zellen des mütterlichen Organismus, um so mehr, als die Eizelle der parthenogenetisch Samen bildenden Pflanzen wieder reine weibliche Pflanzen erzeugt, wie aus den eingangs erwähnten Versuchen Krügers hervorgeht; auch die „Eier" der apogamischen Gewächse bringen wieder Pflanzen mit genau denselben Geschlechtsbildungen hervor wie die Mutterpflanze. Die gleichen Überlegungen gelten für die männlichen Geschlechtszellen. Die experimentell festgestellte Tatsache, daß das Geschlecht der Nachkommen vom Vater bestimmt wird, läßt sich also mit großer Wahrscheinlichkeit durch die Annahme ergänzen, daß die männliche Tendenz in den väterlichen Geschlechtszellen verschieden stark zum Ausdrucke kommt und bei der Befruchtung entweder die weibliche Tendenz der Eizelle unterdrückt oder von ihr unterdrückt wird.

Bemerkenswerte Ergebnisse haben die von C. Correns angestellten Untersuchungen über die Geschlechtsformen polygamer Blütenpflanzen und ihre Beeinflußbarkeit gebracht.*) Die besonders mit Satureja hortensis (Gartenquendel) angestellten Versuche zeigten, daß jede geschlechtliche Form einer Pflanze wieder sich selbst hervorbringt. Was die mehr oder weniger zwitterige (gynomonözische) Form jener Pflanzenart anbetrifft, so waren 453 in Töpfen gezogene und wiederholt revidierte Nachkommen solcher Form alle etwa in gleichem Grade gynomonözisch, und unter 3100 im Freien ausgesäten und nur einmal untersuchten Pflanzen gleicher Abstammung fanden sich bis zum 31. Juli 3099 mehr oder weniger zwitterige und eine „weibliche", die aber vielleicht ebenfalls gynomonözisch war und nur zufällig gerade keine zwitterigen Blüten besaß. Unter 344 Nachkommen weiblicher Pflanzen, die in Töpfe pikiert und wiederholt revidiert waren, fanden sich neben 342 rein weiblichen nur zwei mehr oder weniger zwitterige, während die 332 ins Freiland ausgesäten alle weiblich waren.

Mit dieser außerordentlich getreuen Überlieferung stehen die Geschlechtsformen der Satureja hortensis nicht vereinzelt da; insbesondere Silene dichotoma hat ganz entsprechende Ergebnisse geliefert.

Das völlige Versagen der Blütenstaubbildung, das man besonders bei Bastardpflanzen vielfach beobachtet, hat G. Tischler**) durch das Studium der Geschlechtszellen solcher Pflanzen zu erklären versucht. Er fand, daß die zur Pollenbildung führenden Kernteilungen zwar normal verlaufen, daß aber am Protoplasma starke Abweichungen vorkommen. Bei dem total sterilen Bastard zweier Mirabilisarten (Jalapa × tubiflora) blieben die Ursprungszellen (Archesporzellen) der Pollenkörner, ehe sie sich teilten, an Größe auffallend zurück, so daß abnorm große Zwischenzellräume zwischen ihnen entstehen, während die eine solche Zellgruppe umschließenden Tapetenzellen stärker wachsen und den Raum erweitern. Die Kernteilungen der Archesporzellen verlaufen normal, sobald sich aber die typischen Tetraden, d. h. die vier aus einer Zelle entstehenden Pollenkörner zu differenzieren beginnen, stellt sich Plasmamangel ein. Kern und Plasma vertrocknen und nur die äußere Zellhaut wächst noch weiter. Ähnlich verläuft das Fehlschlagen der weiblichen Organe. Tischler sieht diese Störungen dadurch bedingt, daß zwei Sexualzellen in den Elternpflanzen zusammengetreten sind, die eine nicht gleichgehende Entwicklungsrichtung besitzen. Daher Harmoniestörungen, die sich in der generativen Phase des Bastards auch äußerlich, z. B. als Plasmamangel, äußern.

Aus der Praxis.

Seit geraumer Zeit geht das Bestreben der Männer der Wissenschaft und der Praxis dahin, Mittel zu entdecken, durch welche die besonders dem

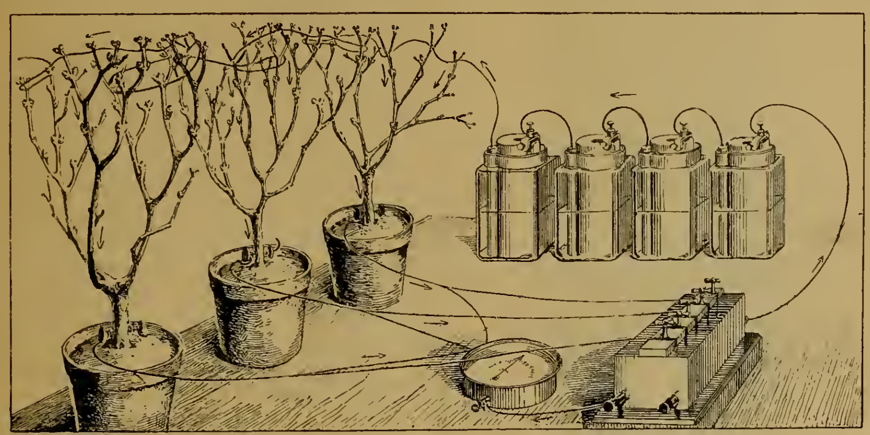
---

*) Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 44, Heft 1, Bd. 45, Heft 4.

**) Archiv für Zellforschung, I (1908).

Gärtner so unwillkommene Winterruhe der Pflanzen möglichst gekürzt werden könne. Als ein solches Mittel erschien die Elektrizität, über deren Wirkung auf das Austreiben der Pflanzen sich Dr. H. Bos geäußert hat.*)

Dr. Bos arbeitete zunächst mit Fliedersträuchern, welche für die Treiberei von größter Wichtigkeit sind, auch mit anderen Treibhaussträuchern, ferner mit Blumenzwiebeln und abgeschnittenen Zweigen. Er führte einen Strom von drei, später von sechs Leclanchéelementen (Totalspannung 4 bis 8 Volt) durch die Zweige des Fliederstrauches. Der Zinkstab (negativer Pol) wurde mit dem unteren Stammende, die Kohle (positiver Pol) hintereinander mit verschiedenen Gipfelenden der Zweige verbunden. Für die Befestigung des Drahtes an den Zweigenden erwies es sich als vorteilhaft, ihn nicht unmittelbar durch ein kleines Loch am Zweige zu ziehen, sondern Nähnadeln von Stahl in die Zweigenden gerade zwischen die beiden Endknospen zu stecken und durch deren Öhr den Messingdraht zu ziehen.


Umschau.

Der Widerstand erwies sich als sehr groß, es waren nur Ströme von einigen (4 bis 10) Hundertsteln Milliampère zu erreichen. Doch erwiesen sie sich als völlig ausreichend und es war gar nicht nötig, die Pflanzen ihrer Wirkung vier bis fünf Tage auszusetzen.

Beim ersten Versuche wurde durch eine Fliedervarietät vom 15. bis 20. Oktober, fast fünf Tage lang, ein Strom von durchschnittlich 0·04 Milliampère geleitet. Am 20. wurde der Strauch nebst einem Kontrollexemplar in ein Warmhaus gesetzt, leider kein eigentliches Treibhaus, da seine Temperatur nur 17 bis 18° C betrug, während man sonst für das Treiben von Flieder vor Januar eine Temperatur von 25 bis 30° C braucht; und auch dann geht es sehr langsam. Dagegen zeigte sich an dem elektrisierten Exemplar schon am 2. November starke Knospenschwellung, und dann schritt die Entwicklung so gut weiter, daß am 13. schon Trauben von 1 bis 1½ Zentimeter Länge, am 15. schon einzelne geöffnete lila Blüten sichtbar waren. Die Vollblüte trat am 23. November, also 33 Tage nach Beginn der Warmhauspflege ein. Nicht alle Knospen entwickelten sich, die, welche oberhalb des Drahtausganges sich befanden, waren abgestorben. Beim Kontrollexemplar kam erst am 10. Dezember eine kleine gedrungene Traube zum Vorschein.

Auch bei weiteren Versuchen stellten sich neben einzelnen Fehlschlägen gute Erfolge heraus, so daß sich der Schluß ziehen ließ, daß in gewissen Fällen die Durchleitung von schwachen galvanischen Strömen im stande ist, das Entwicklungsvermögen einer ruhenden Pflanze hervorzurufen respektive das Austreiben zu beschleunigen. Ob die gärtnerische Praxis sich dieses Treibverfahrens mit Vorteil bedienen können wird, bleibt abzuwarten.

Während in den von Dr. Bos dargestellten Fällen die Elektrizität in Form eines schwachen Gleichstromes unmittelbar durch die Pflanze geleitet wird, lassen sich auch noch andere Formen der Anwendung von Elektrizität bei der Kultur von Nutzpflanzen denken. Dr. J. Schiller*) weist darauf hin, daß jeder Gleichstrom, der eine bestimmte Stärke überschreitet, direkt schädlich auf die Pflanzen wirkt, was auch die Versuche von Dr. Bos bestätigen. Anders verhält es sich hinsichtlich der Wechselströme, da bekanntlich ein elektrischer Strom um so unschädlicher ist, je öfter er in der gleichen Zeit seine Richtung ändert. Zwar ist eine günstige Wirkung des Wechselstromes auf das Pflanzenwachstum ausgeblieben; dagegen hat sich herausgestellt, daß bei Versuchen mit Pflanzen, die in großen, mit Erde gefüllten Holzkästen standen, durch Einwirkung des Wechselstromes alle an den Wurzeln befindlichen Schädlinge, Engerlinge, selbst

*) Die Umschau, XII, Nr. 12.

*) Die Umschau, XII, Nr. 25.

die so zählebigen Regenwürmer, getötet waren. Wenn diese Erfahrung in der Praxis, z. B. zur Vernichtung der Wurzelparasiten des Weinstockes, der so schädlichen Reblaus, Anwendung finden könnte, würde sie dem Gärtner und Landmann in manchen Fällen gute Dienste leisten.

Eine wirklich verwendbare Form der Elektrizität im Dienste des Gärtners scheint die Influenzelektrizität zu sein, mit der sich leicht folgender Versuch machen läßt. Je sechs mit guter Erde gefüllte Töpfe werden in zwei Reihen aufgestellt, jeder mit einer bestimmten Zahl von Gerstenkörnern besät und dann zur Hälfte der Einwirkung der Influenzelektrizität ausgesetzt. Das geschieht in der Weise, daß man in verschiedenen Entfernungen oberhalb der Töpfe je eine an einem Glasstabe isoliert hängende Nadel anbringt. Die Töpfe werden mit der Erde leitend verbunden. Dann verbindet man den positiven Pol einer Influenzmaschine mit den Nadeln, den negativen mit der Erde. Wird hierauf die Influenzmaschine in Tätigkeit gesetzt, so strömt von den Nadeln Elektrizität auf die Pflanzen in den Töpfen über, von wo sie in die Erde abfließt. Schon nach wenigen Tagen zeigen die mit Elektrizität behandelten Keimlinge einen bedeutenden Vorsprung im Wachstum gegenüber den nicht elektrisierten, und dieser Vorsprung hält weiterhin an. Die Elektrisierung braucht nur etwa 10 Stunden täglich stattzufinden. Die Pflanzen erhalten größere Blätter, werden höher und kräftiger und bekommen zahlreichere, größere Früchte. Das gilt allerdings nicht von allen Pflanzen; am meisten scheinen die Getreidepflanzen durch die Influenzelektrizität gefördert zu werden.



Haselstrauch (Corylus Avellana). Rechte Hälfte gebadet, linke nicht, 6 Tage nach dem Bade steht die gebadete Hälfte in Blüte, die andre erscheint unverändert.

Ein sehr erfolgreiches Verfahren, Pflanzen zu frühzeitigem Treiben zu veranlassen, schildert Prof. H. Molisch unter dem Namen der „Warmbadmethode".*) Er lernte diese Methode bei seinem Bruder, einem praktischen Gärtner, kennen und empfiehlt sie, da sie billiger ist und noch schneller zum Ziele führt als das sogenannte Ätherverfahren und andere Methoden. Da er sie in zahlreichen Versuchen mit verschiedenen Pflanzen nachgeprüft hat, so haben seine Ausführungen nicht nur praktisches, sondern auch wissenschaftliches Interesse.

Das Verfahren beruht im wesentlichen darauf, daß man die in der Ruheperiode befindlichen Holzgewächse einige Zeit einem Warmwasserbade aussetzt und hiedurch zum Austreiben veranlaßt. Taucht man solche Zweige oder auch bewurzelte Gewächse in Wasser von 30 bis 40 Grad, die bewurzelten nur mit der Krone, und läßt sie 9 bis 12 Stunden darin, um sie darauf bei mäßiger Temperatur weiter zu kultivieren, so wird hiedurch in vielen Fällen die Ruheperiode abgekürzt und das Austreiben der Knospen in hohem Grade beschleunigt. Zur richtigen Zeit angewandt, bringt die „Warmwassermethode" bei der Hasel, dem gemeinen Flieder, der Forsythie (F. suspensa), der Stachelbeere, der Lärche, dem Faulbaume, der Roßkastanie, verschiedenen Weidenarten, der Esche, Kornelkirsche und anderen Pflanzen ausgezeichnete Resultate. Prof. Molisch bezeichnet als Bedingung für das Gelingen der Versuche folgende Umstände (abgesehen von der Natur der Pflanze und der Jahreszeit):

Für die Dauer des Bades genügen 6 bis 12 Stunden, bei längerem Untertauchen kann Behinderung der normalen Atmung, Schädigung oder sogar Absterben der Knospen eintreten. Ein in mehrstündigen Zwischenräumen gegebenes zwei- oder dreimaliges Bad gewährt keine Vorteile. Die Temperatur des Bades ist für verschiedene Pflanzen verschieden zu bemessen, die für jedes Gewächs geeignetste Temperatur muß von Fall zu Fall ausprobiert werden. Während z. B. bei der Hasel, der Forsythie, der Stachelbeere und dem Flieder ein Bad von 30 Grad sehr stark anstachelnd auf das Austreiben wirkt, ist für die Kornelkirsche, den Faulbaum, die Birke ein Bad von 35 bis 40 Grad notwendig oder für gewisse Pflanzen (Roßkastanien) entschieden besser.

Da die Tiefe der Ruheperiode bei den Pflanzen verschieden ist, so treiben gewisse Gewächse schon unmittelbar nach dem herbstlichen Laubfall, andere erst später. So treiben Kastanien- und Eschenzweige im Vorherbst nicht, im Dezember und Januar aber schon sehr gut. Je mehr die Ruheperiode ausklingt, desto geringer sind dann die Unterschiede im Treiben der gebadeten und der nicht gebadeten Pflanzen.

Das Bad wirkt ganz lokal, d. h. nur die untergetauchten Knospen treiben früher. Badet man bei einem Zweigsystem nur die rechte oder linke Hälfte, so zeigen sich nur die gebadeten Zweige im Treiben gefördert. Fliederstöcke z. B., bei denen

*) Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss., Wien 1908, Heft 1.

im November nur die Hälfte der Krone dem Warmbade ausgesetzt wurde und die dann bei mäßiger Wärme im Lichte getrieben werden, bieten einen eigenartigen Anblick: die gebadete Hälfte erscheint nach einiger Zeit in voller Blüte, ein Bild des Lenzes, während die nicht gebadete Hälfte zur selben Zeit noch häufig in Ruhe verharrt und das Bild des Winters bietet.

Die Einwirkung des Bades bleibt, wenn die gebadeten Zweige oder Pflanzen nicht gleich angetrieben, sondern wieder an ihren natürlichen Standort ins Freie gestellt werden, wo sie der Temperatur des Herbstes oder Winters ausgesetzt bleiben, latent (schlummernd). Ins Warmhaus gebracht, verhalten sie sich dann genau wie solche Zweige, die unmittelbar nach dem Bade warmgestellt werden. Es ist zu bemerken, daß der Gärtner die zu treibenden Pflanzen nach dem Warmbade zwei bis drei Wochen in einen Treibkeller oder einen finsteren Kasten setzt, dessen Luft mit Wasserdampf gesättigt ist und eine Temperatur von etwa 25° C aufweist. Dann kommen sie, deren Blütenrispen und Laubknospen sich inzwischen ansehnlich entwickelt haben, in das Gewächshaus ans Licht, wo sie ergrünen und die Blüten in ihrer natürlichen Farbe sich entwickeln.

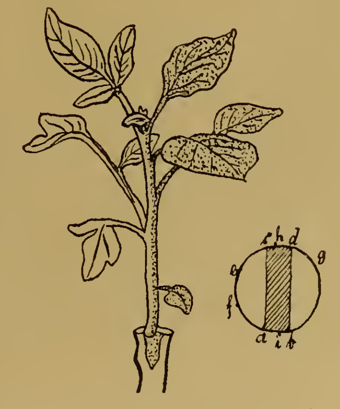
Auch Prof. Molisch fand, daß ein feuchtes mehrstündiges Luftbad von höherer Temperatur bei vielen Pflanzen einen ähnlichen Einfluß auf das Treiben ausübt wie ein ebenso temperiertes Wasserbad. Ja in manchen Fällen erscheint das feuchte Luftbad noch vorteilhafter. Es ist daher wohl in erster Linie die höhere Temperatur, die in den Knospen die zum früheren Austreiben führende Veränderung hervorruft. Ob das auch bei sehr fest ruhenden Knospen gilt, ist noch zu untersuchen.

Jedenfalls leistet das Warmbadverfahren in vielen Fällen für die Treiberei dasselbe oder noch Besseres als das Ätherverfahren und dürfte dem letzteren wegen seiner Einfachheit, Billigkeit und Gefahrlosigkeit in der Praxis bald vorgezogen werden.

Für die Erzeugung neuer pflanzlicher Wesen hat Prof. H. Winkler*) neben den vielen schon bestehenden Wegen einen neuen gewiesen, der zur Entstehung pflanzlicher Chimären (oder Zentauren, wie man auch sagen könnte) führt. Anlaß zu diesen Versuchen gaben die berühmten Propfbastarde, z. B. der Cytisus Adami und der Crataegomespilus von Bronvaux (s. Jahrb. V, S. 133). Die Zweifel an der Bastardnatur solcher Gewächse können nur durch Versuche beseitigt werden, und dankbare, ja ideale Objekte für derartige Versuche sind Pflanzen, bei denen der Experimentierende nach Belieben aus jedem Punkte des Stengels Adventivsprosse hervorlocken, also auch die Sproßbildung auf die Verwachsungsstelle der beiden kopulierten Pflanzen beschränken kann. Solche Pflanzen sind sehr selten, Winkler fand sie nur unter den Solanazeen (Nachtschattengewächsen) und den krautigen Kapparidazeen (zu denen der Kapernstrauch gehört). Die mit solchen Gewächsen ausgeführten Versuche haben endlich zu einem höchst bemerkenswerten Ergebnis geführt.

*) Berichte der Deutsch. bot. Gesellsch. XXV, S. 568.

Prof. Winkler köpfte kräftige Keimlinge und entfernte alle Achselknospen und die neu erscheinenden Knospen in den Blattachseln. Infolge dieser Behandlung erscheinen auf der Schnittfläche des Stengels zahlreiche Adventivsprosse, die dem Callus (schwammigen Wundgewebe) entspringen, der bald nach dem Abschneiden der Spitze die Schnittfläche als gleichmäßige Kappe überzieht. Diese Fähigkeit der Solanumkeimlinge, aus der Schnittwunde Sprosse zu bilden, benützte Winkler nun dazu, auf den geköpften Keimling der einen Art durch Kopulation, Sattel- oder Keilpfropfung den Trieb einer anderen Art zu setzen. Letzterer wurde, wenn nach einigen Wochen eine möglichst innige Verwachsung eingetreten war, mitsamt dem obersten Ende der Grundlage wiederum geköpft, so daß die Scheitelschnittfläche zum Teil



Chimäre aus Tomate und Nachtschatten (die punktierte Hälfte). a auf dem Durchschnitt ist der Sproßpunkt.

aus Gewebe der Unterlage, zum Teil aus Gewebe des Pfropfreises bestand.

Ließ man es nun wieder zur Sproßbildung kommen, so entstanden natürlich an den Rändern der Schnittflächen Sprosse, die je nach ihrem Hervorkommen aus der Unterlage oder dem Pfropfstücke reine Pflänzchen der einen oder der anderen Art waren. Bei einer Pfropfung von schwarzem Nachtschatten (Solanum nigrum) auf eine Tomatensorte (Solanum lycopersicum „Gloire de Charpinnes") entstanden also an den Punkten e, f und g der Schnittfläche Adventivsprosse, die reine Tomate waren, an den Punkten h und i reine Nachtschattensprosse. Nun wurde aber die Sproßbildung rein auf die Punkte a, b, c und d lokalisiert, so daß die Sprosse genau aus den Stellen herauskommen mußten, wo die Gewebe von Unterlage und Pfropfreis unmittelbar aneinanderstießen.

Dabei entwickelte sich nun am Punkte a ein Trieb, der von Anfang an zwar völlig einheitlich wuchs, aber auf der einen, dem Tomatengewebe der Mutterpflanze zugekehrten Seite Blätter von Tomatencharakter, auf der anderen, dem Nachtschattenteil zugewandten, solche von Nachtschatten-

charakter erzeugte. Das achte, neunte und elfte Blatt entstanden so, daß die den Sproß halbierende Trennungslinie zwischen den Geweben der beiden Teilhälften gerade durch die Blattanlage hindurch ging, so daß beide Gewebearten nebeneinander, nicht etwa durcheinander gewürfelt lagen. Diese Pflanze stellt also kein direktes Analogon zu Cytisus Adami und den Bronvauxbastarden dar; denn bei diesen finden sich zumeist ja die Charaktere der beiden Stammarten gemischt, kombiniert, gewissermaßen übereinander vor, während sie hier völlig unvermischt, nebeneinander vorkommen. Anknüpfend an das griechische Sagenungeheuer Chimäre, welches vorn Löwe, in der Mitte Ziege, hinten Schlange war, schlägt *Winkler* vor, solche Gebilde kurzweg pflanzliche Chimären zu nennen.

Eine der dem Waldbrand 1908 zum Opfer gefallenen Mammut-Kiefern im Calaveras-Hain in Kalifornien.

Über die Entstehungsweise solcher Chimären kann kaum ein Zweifel bestehen. Es müssen aus dem Kallus, der die aus Tomaten- und Nachtschattengewebe bestehende Schnittfläche überzog, und der ein so einheitliches Gebilde darstellt, daß auch unter dem Mikroskop die Grenzen zwischen den beiden artfremden Gewebearten durchaus nicht zu erkennen waren, mindestens zwei nebeneinander liegende Zellen, eine Nachtschatten- und eine Tomatenzelle, zusammen *einen* Adventivsproß-Vegetationspunkt gebildet haben. Die Annahme, daß zwei getrennt angelegte Vegetationspunkte sehr frühzeitig verschmolzen seien, wird durch nichts bestätigt. Dagegen können an der Konstituierung des Vegetationspunktes auch mehr als zwei Zellen beteiligt gewesen sein.

Damit ist zum erstenmal in einwandfreier Weise die theoretisch bedeutsame Tatsache festgestellt, daß auf anderem als sexuellem Wege die Zellen zweier wesentlich verschiedener Arten zusammentreten können, um als gemeinsamer Ausgangspunkt für einen Organismus zu dienen, der bei völlig einheitlichem Gesamtwachstum die Eigenschaften beider Stammarten gleichzeitig zur Schau trägt.

Als Jungfernfrüchtigkeit oder *Parthenokarpie der Obstbäume* bezeichnet man eine Erscheinung, die für den Züchter von Bedeutung werden kann, nämlich die Fruchtbildung ohne vorhergehende Befruchtung. *Ewert*, der diese Erscheinung zum Gegenstand seines Studiums gemacht hat, wendet, um die Bestäubung der Blüten zu verhindern, eine besondere Flüssigkeit an, welche die Narben unempfänglich macht.*) Die sich entwikkelnden Jungfernfrüchte, bei denen der Fruchtansatz schon zeitig durch die aufrechtwerdende Stellung der Kelchblätter angezeigt wird, sind an ihrer schlanken Form zu erkennen. Mit der Apfelsorte Cellini hat *Ewert* bis 96 Prozent kernlose, bis zu 125 Gramm wiegende Jungfernfrüchte erzielt. Von der Birnsorte Clairgeau wurden lauter Jungfernfrüchte mit durchweg verkümmerten Kernen geerntet; hier betrug das Durchschnittsgewicht 140 Gramm. Weitere erfolgreiche Versuche sind mit dem Apfel Charlamowski und den Birnen Nina, König Karl von Württemberg, holzfarbige Butterbirne und Gute Luise von Avranches angestellt. Im allgemeinen zeigten sich diejenigen Sorten jungfernfrüchtig, deren Blüten besonders kräftig gebaute, die Staubbeutel überragende Griffel besitzen. Ewert hegt die Hoffnung, bei den Birnen wenigstens noch das Kerngehäuse wegzuzüchten.

*) Nat. Rundsch. XXIII, Nr. 31. Auch als besondere kleine Schrift: Die P. oder Jungfernfrüchtigkeit der Obstbäume. Berlin, Parey.

Aus der Tierwelt.

(Zoologie.)

Säuger, Kriecher und Lurche. * Unsere geflügelten Freunde. * Leben der Tiefsee. * Aus der Insektenwelt.

Säuger, Kriecher und Lurche.

Die Anthropomorphenaffen sind schon von jeher meine Lieblinge gewesen — so beginnt der alte treuherzige Karl Hagenbeck in seinem an wundervollen Erlebnissen und Erfahrungen überreichen Lebensbuche „Von Tieren und Menschen" den Abschnitt über die Menschenaffen.*) Wessen Lieblinge wären sie aber nicht, und wer hörte nicht immer wieder gern von ihren tollen Streichen und ihrem intelligenten Benehmen! Aber nicht jeder weiß so gut mit ihnen umzugehen und so fesselnd von ihnen zu plaudern wie der Besitzer des Tierparkes von Stellingen. Lassen wir ihn deshalb einen Augenblick von seinen Lieblingen erzählen!

Drei seiner Anthropomorphen, das Orangpaar Jakob und Rosa und der Schimpanse Moritz, sind in einem mit Turngeräten ausstaffierten Raume des Giraffenhauses untergebracht. „Ihr Benehmen gab denn auch zu recht interessanten Beobachtungen Anlaß, über die ich hiermit berichten will. Dabei möchte ich ausdrücklich hervorheben, daß meines Erachtens den Anthropomorphen eine außerordentlich hohe Begabung innewohnt, die erst durch den intimen Umgang mit den Menschen ausgelöst wird und so recht zur Geltung kommt. Bei allen losen Streichen, welche diese drei Affen ausführten, war der Schimpanse Moritz stets der Tonangebende. Er ist immer der Rädelsführer, der die Gutmütigkeit der Orang-Utans benützt, um bei seinen Dummheiten zum Ziele zu gelangen.

„Da das Giraffenhaus, in dessen abgetrennter Abteilung die drei Affen untergebracht sind, sehr hoch ist, so hatte man die trennende Holzwand nicht bis zur Decke hinaufgeführt, da man annahm, daß es für die Affen unmöglich wäre, bis auf die freie Kante dieser Holzwand und somit ins Freie zu gelangen. Moritz aber war anderer Ansicht. Er simulierte hin und her, wie er die Freiheit erreichen könnte. Es spricht nun für die tatsächlich sehr weitgehende Verständigung dieser Affen unter sich, daß Moritz seine Freundin, den weiblichen Orang Rosa, so zu beeinflussen wußte, daß sie mit ihm vereint einen Befreiungsversuch ausführte, bei dem aber nur Moritz, nicht Rosa profitierte. In dem Käfig der Affen befand sich schon seit längerer Zeit eine große hohle Blechkugel. Moritz veranlaßte seine Freundin nun eines Tages, mit ihm zusammen diese große Kugel auf die in der Ecke befindliche große Schlafkiste der Affen hinaufzupraktizieren. Sodann mußte sich Rosa auf diese Kugel stellen und sich an der Wand des Käfigs aufrichten. Moritz sprang nun auf Rosas Rücken — und mit einem tüchtigen Satz und geschicktem Griffe hatte er das Freie erreicht. Einmal auf diese Weise aus dem Käfig gelangt, dauerte es nicht lange, und Moritz befand sich mit ein paar gewandten Sprüngen zwischen den Giraffen.



Menschenaffe oder Affenmensch?

Diese nahmen merkwürdigerweise so gut wie gar keine Notiz von dem Schimpansen. Kamen sie Moritz zu nahe, so erhielten sie einen wohlgezielten Schlag von ihm. Als der Wärter in das Haus trat und den Affen in Freiheit sah, konnte er sich zuerst keinen Begriff davon machen, wie dieser aus seinem Käfig gekommen war. Nicht lange danach konnte er Moritz und Rosa bei einem zweiten Versuche dieser Art überführen und die Folge davon war, daß die Trennungswand erhöht wurde.

„Der erfinderische Moritz wußte aber dennoch Rat. Nicht umsonst hing ein dickes Tau im Käfig auf den Boden herab. Moritz wußte es, indem er daran turnte, so in Schwingungen zu versetzen, daß es nur eines geschickten Sprunges zur rechten Zeit bedurfte, um wiederum die Höhe der Wand

*) Vita, Deutsches Verlagshaus, Berlin 1908.

und damit das Freie zu erreichen. Schließlich wurde ihm aber durch Schließung sämtlicher offenen Stellen seines Behälters die Möglichkeit genommen, sich auf solche Weise zu befreien. Nun hatte Moritz schon lange den Wärter beobachtet, wenn dieser mit den Schlüsseln im Schlosse umherhantierte, auch von ihm manchmal die Schlüssel scherzweise zum Spielen erhalten. Eines Tages überraschte Moritz nun den Wärter damit, daß er, als ihm die Schlüssel gegeben wurden, den Versuch machte, die Schlüssel der Reihe nach durchzuprobieren, welcher wohl zum Öffnen des Schlosses der geeignetste sein möge. Schließlich hatte das Tier den richtigen gefunden, und es gelang ihm auch mit einiger Anstrengung, die Tür des Käfigs aufzuschließen. Als ich zufällig hinzukam und mir dies erzählt wurde, fragte ich unwillkürlich: ‚Moritz! Wie hast du das fertig gebracht?‘ Und als ob der Affe den Sinn meiner Worte begriffe, glitt über sein Gesicht ein schlaues Lächeln und er wies mir den Schlüssel, als ob er sagen wollte: ‚Mit dem da habe ich es ausgeführt.‘

„Für die hohe Intelligenz der Tiere spricht auch die Tatsache, daß Jakob ein Stück Eisenstab als Hebel zu verwenden wußte, um das Hängeschloß durch Einsetzen dieses Hebels in den Henkel zu sprengen. Die Tiere hatten ein Stück Eisen von ihren Turngeräten losgebrochen und benützten mit vereinter Kraft tatsächlich dieses Eisen als Werkzeug, die geschilderte Manipulation auszuführen, so daß die Tür ihres Käfigs aufging und sie alle drei ins Freie gelangten. Gewiß ein Beweis von der Denkkraft dieser Tiere!

„Eine geradezu einzige Szene war es, als im Juni dieses Jahres (1908) Herr Oberleutnant Heinicke von der Schutztruppe in Kamerun einen jungen Gorilla mitgebracht hatte und dieser den beiden Orangs und dem Schimpansen vorgestellt wurde. Dem Gorilla, der sich die drei Kumpane nur genau ansah, konnte man äußerlich nicht viel Aufregung anmerken, wohl aber den anderen drei Affen. Der Schimpanse drückte zunächst sein Erstaunen durch laute Rufe aus und versuchte dann durch Ausstrecken der Arme durch das Drahtnetz des Gitters den Gorilla an sich heranzuziehen. Als ihm dies nicht gelang, wurde er unwillig und bewarf ihn mit Sand und Steinen. Auch die Orangs zeigten das größte Interesse für den neuen Ankömmling und gaben sich Mühe, seiner durch die Drahtwand des Gitters habhaft zu werden. Der Orang Jakob ahmte dem Schimpansen das Bewerfen mit Steinen nach, während Rosa in der Erregung zu speien anfing, was geradezu spaßhaft aussah. Überhaupt war es ein seltener, einzig in der Welt dastehender Anblick, die drei Vertreter der Antropomorphengeschlechter versammelt zu sehen!“

Auch in den Zirkussen der Großstädte sind die Menschenaffen gegenwärtig häufig gesehene Gäste. Der hier abgebildete Schimpanse, Zizi Bamboula mit Namen, der augenblicklich im Zirkus Busch auftritt und vorher in Paris gastierte, soll sich dadurch auszeichnen, daß er gänzlich unbehaart ist. Das seltsame Aussehen hat wohl zu der Sage Veranlassung gegeben, er sei aus einer Kreuzung von Mensch (Negerweib) und Affe entstanden; daß solche Kreuzungen zu stande kommen, ist eine den Schwarzen Afrikas sehr geläufige Meinung, zu deren Bestätigung durch genaue Nachforschung und Experimente sich gegenwärtig sogar ein namhafter europäischer Gelehrter an Ort und Stelle begeben haben soll.

Wenden wir uns nun von den Affen zu den minder begabten Vierfüßern. Nach einer Zeitungsnotiz, die der Vergessenheit entrissen zu werden verdient, erlegte am 30. August 1908, vormittags 10 Uhr, der Jagdhüter des Barons von Reinach in den Südvogesen bei Hinzbach einen starken Wolfsrüden, der ohne Aufbruch 85 Pfund wog. Er ist also doch nicht gänzlich ausgerottet, der alte Isegrim, und Rotkäppchen dürfte auch heute noch auf der Hut sein! Ob man ihn nicht durch rechtzeitige Domestikation vor seinem gänzlichen Untergange hätte bewahren können?

Mit Rücksicht darauf ist eine Mitteilung von Prof. O. N. Witt*) über die Zähmung des Wolfes von Interesse; man könnte danach durch mehrere Generationen fortgesetzte Bemühungen aus dem Wolfe einen ebenso treuen und anhänglichen Begleiter des Menschen machen, wie es der Hund ist. Ein von O. Mösch in Teufen (Schweiz) behandeltes, im Alter von drei Monaten in einer Menagerie gekauftes, leider dann kastriertes Versuchstier folgt heute seinem Herrn frei, eilt auf dessen Ruf herbei, sucht ihn und läuft, obwohl immer frei, nie vom Hause weg. Selbst durch die Straßen des Dorfes und der Stadt kann man den Wolf frei laufen lassen. Gegen seinen Herrn ist er anhänglich und treu; feige, wie Brehm und Tschudi angeben, ist er nicht, wohl aber sehr furchtsam und vorsichtig. Er nimmt die Speisen anständig aus der Hand und versucht nur zu beißen, wenn man ihn prügelt; sonst läßt er sich viel gefallen, spielt gern mit jungen Hunden und Katzen und benimmt sich ihnen gegenüber niemals bissig. Alte Hunde weichen ihm aus. Bei seinem scharfen Geruche würde er einen leidenschaftlichen Jagdhund darstellen, der besonders dem Geflügel nachgehen würde.

Ähnlich intelligent, treu und anhänglich zeigt sich ein dem Dr. Paterson in Odda (Norwegen) gehöriger, aus Grönland stammender Halbwolf, das Produkt einer Kreuzung von Polarwolf und Eskimohund. Das im Sommer gelbliche, im Winter schneeweiße Tier ist von der Größe eines Neufundländers. Es folgt seinem Herrn auf Schritt und Tritt und nimmt von Fremden keine Notiz. Es ist auch ganz gutartig, obwohl gelegentlich die Wolfsnatur zum Durchbruche kommt, z. B. im Reißen von Schafen u. dgl. Sehr merkwürdig ist das Verhalten wirklicher Hunde ihm gegenüber. Sie kommen oft herangelaufen, um mit ihm zu spielen, bleiben dann aber in gewisser Entfernung, offenbar sobald sie „wittern“, plötzlich stehen und laufen dann heulend und mit allen Zeichen der Angst davon. Panü, so heißt der Grönländer, nimmt von anderen Hunden keine Notiz und ignoriert auch ihr beleidigendes Verhalten völlig.

*) Prometheus, Nr. 984 (1908).

Bleiben wir noch einen Moment in der Heimat dieses Mischlings, um von den Beobachtungen Dr. A. Sokolowskys über die Lebensweise der Walrosse zu hören.*)

Das Walroß ist ein hochnordisches Tier, das sich nirgends weit von den Küsten des Eisgürtels entfernt, der den Norden unserer Erde umgibt. Die hohe See und steile Küsten meidet es, da es schon durch seine Organisation nur befähigt ist, in flachen Gewässern zur Nahrung zu gelangen. Früher war die Verbreitung der Walrosse eine viel ausgedehntere; aber der Vernichtungskampf, den der Mensch gegen sie unternahm, hat sie in die höchsten Breiten hinaufgetrieben. Noch im Mittelalter scheinen sie an den Küsten Schottlands zu Hause gewesen zu sein.

Ihre Plumpheit und Schwere sowie die dadurch verursachte schwierige Fortbewegungsart ist für die Tiere ein Hindernis, größere Landreisen zu unternehmen; auch hält die Nahrung sie an den Uferrändern fest. Merkwürdigerweise ist die Forschung hinsichtlich ihrer Ernährung noch zu keinem endgültigen Resultat gelangt. Früher hielt man Seetang für ihre ausschließliche Nahrung; sie scheinen jedoch ausgeprägte Fleischfresser zu sein und sich hauptsächlich von zwei Muschelarten, einer Klappmuschel (Mya truncata) und einer Steinbohrmuschel (Saxicava rugosa) zu ernähren. Für die Muschelnahrung spricht auch die eigenartige Bezahnung der Walrosse. Wären sie Pflanzenfresser, so müßten die Schneidezähne zum Abschneiden der Tange besser entwickelt und im Alter nicht reduziert sein. Die breiten Mahlflächen der Backenzähne müssen zum Zermalmen der Muschelschalen dienen; denn weiche Fleischnahrung schlucken sie bei der Fütterung ohne zu kauen herunter, ebenso wie wahrscheinlich das in der Muschel befindliche Weichtier.

Außer den Muscheln, bei deren Losbrechen ihnen die Hauer gute Dienste leisten mögen, während die außerordentlich dicken und steifen Borsten der Schnauze zur Reinigung der schmutzigen, schlammbedeckten Schalen dienen, sollen die Walrosse in der Freiheit auch Fische und sogar das Fleisch größerer Meeressäugetiere zu sich nehmen. Sicher ist, daß man dem Magen erlegter Walrosse Fisch- und Seehundsreste sowie das Fleisch junger Wale entnommen hat. Die Freßleistungen ausgewachsener Exemplare müssen, nach dem Appetit der Jungen zu schließen, gewaltig sein.

Sehr ausgeprägt ist die Mutterliebe der Walrosse. Bei nahender Gefahr nimmt die Mutter ihr Junges mit der Flosse zu sich und stürzt sich sofort ins Meer; auch flüchtet das Junge bei Nachstellungen auf den Rücken der Mutter. Die riesigen Eckzähne dienen den erwachsenen Tieren nicht nur als Werkzeuge beim Nahrungsgewinn, sondern auch als gefährliche Waffen und als Mittel, das Land oder höher gelegene Eisblöcke zu erklettern. Beim Marsche auf dem Lande bewegen sie sich höchst plump auf allen Vieren fort. Um so gewandter sind sie im Wasser, vortreffliche Schwimmer und Taucher, obwohl ruhiger und weniger behend als die Seelöwen. Die Gliedmaßen machen durchaus den Eindruck von Schwimmflossen.

*) Die Umschau, XII, Nr. 17.



Junge Walrosse.

Sehr interessante Ausführungen über die Wale und ihre wirtschaftliche Bedeutung machte Prof. W. Kückenthal im Vereine für Naturkunde in München.*) Die beiden Gruppen der Wale, die Barten- und die Zahnwale, stammen von verschiedenen landbewohnenden Vorfahren, was ihnen jetzt niemand mehr ansieht. Trotz ihrer Fischgestalt sind sie nach ihrer gesamten inneren Organisation echte Säugetiere; sie atmen nicht durch Kiemen, sondern durch Lungen; ihre Jungen, deren Embryonen in ihrer ersten Entwicklung ganz nach dem Typus der Landsäugetiere gebaut sind, reifen im Mutterleibe und werden nach der Geburt mit Milch gesäugt, und jedes innere Organ gleicht im Baue den entsprechenden Organen der übrigen Säugetiere.

Ganz neuerdings ist es der Paläontologie auch geglückt, Funde fossiler Walvorfahren zu machen, aus denen hervorgeht, daß die Zahnwale von sehr alten Landraubtieren abstammen, nicht aber, wie man früher glaubte und Steinmann wiederum behauptet, von alten mesozoischen, im Wasser lebenden Reptilien, den Ichthyosauriern.

Prof. Kückenthal versucht darzulegen, wie aus einem landbewohnenden Säugetier dieser riesige Wasserbewohner werden konnte. Da die Landsäugetiere durchweg schwerer sind als das Wasser, so muß allmählich eine Verringerung des spezifi-

*) Nat. Wochenschr., VII, Nr. 16.

schen Gewichtes, das gegenwärtig etwa 1 beträgt, d. h. gleich dem Wasser ist, eingetreten sein. Diese Verringerung ist auf verschiedene Weise zu stande gekommen, z. B. durch verringerte und verlangsamte Verknöcherung des Skeletts, durch Anhäufung einer dicken Fettschicht unter der Haut. Besonders der riesige, bis zu einem Drittel der Körperlänge betragende Kopf bedurfte der Entlastung, damit der Wal in der Ruhelage eine horizontale Stellung einnehmen und ohne Ausführung besonderer Schwimmbewegungen atmen kann. Daher rühren die pneumatischen Hohlräume des Schädels, daher die Anhäufung von Öl von spezifisch geringerem Gewichte im Vorderkopfe, z. B. beim Pottwal und Dögling, daher auch die flüssigen Markmassen des Unterkiefers bei Delphinen oder das mächtige Fettpolster in der Zunge großer Bartenwale. Das Bestreben, in der Ruhelage zu atmen, ohne die Körperlage verändern zu müssen, hat zur Umlagerung der äußeren Nase geführt, die an den beim Auftauchen höchsten Punkt des Körpers, also scheitelwärts gerückt ist. Sie hat ihre Funktion als Riechorgan aufgegeben und dient nur als Ein- und Ausgangspforte der Atemluft, die als mächtige Dampf-, nicht Wassersäule, wie vielfach noch angegeben wird, aus ihr emporsteigt. Daher ist der Name „Spritzloch" für die Nasenöffnung irreführend. Aus der Nasenöffnung geht auch der Schrei hervor, der wenigstens einem Wale, dem Buckelwal, zukommt. Geängstigte oder verwundete Buckelwale können schreien, etwa wie ein riesiges Schwein, das abgestochen wird. Da nun dem Kehlkopfe Stimmbänder fehlen, werden die Töne wahrscheinlich durch schwingende Knorpelteile hervorgebracht und gelangen aus anatomischen Gründen nicht durch das Maul, sondern durch die Nase nach außen.



Ein Blauwalembryo von 80 cm Länge.

Erstaunlich ist die Menge der aufgenommenen Nahrung. Bei den Bartenwalen, die Mollusken, kleine Krebse oder Fischmassen ins Maul nehmen, mit den Barten, den jederseits vom Gaumen herabhängenden Fischbeinplatten, festhalten und mit der großen Zunge nach hinten zum Schlunde drücken, sind für eine Mahlzeit etwa 10 Hektoliter Plankton erforderlich, d. h. bei größeren Tieren. Daß auch die am inneren Rande aufgefaserten, wie ein Filter wirkenden Barten nur eine besondere Anpassungserscheinung sind, hervorgegangen aus verhornten Gaumenplatten, zeigt schon ihr spätes Auftreten in der Entwicklung der Tiere. Auch die Bartenwale stammen von bezahnten Säugetieren ab; denn bei den jungen Embryonen erscheint in den Kiefern angelegt ein reiches Gebiß von Zähnen, die aber niemals mehr durchbrechen, sondern bei der Weiterentwicklung aufgesogen werden. Die Zahnwale sind meist Fischfresser, die mit ihren vielen gleichartigen kegelförmigen Zähnen die glatte Beute festzuhalten, aber nicht zu kauen verstehen. Sie schlucken alles ganz hinunter, die größten sogar Tintenfische, die in ungeheueren Zügen die Tiefen des Meeres bevölkern müssen. Manche Wale gehen anscheinend auch großen Kraken zu Leibe, die sich mit ihren mächtigen Armen und Saugnäpfen kräftig wehren können, wie man aus den Wunden, Narben und anderen Eindrücken dieser Wale entnehmen kann. Der Schwertwal greift sogar Seehunde und kleinere Delphine an. Im Magen eines Schwertwals fand Eschricht 13 Delphine und 15 Seehunde, die bis auf einen durchgebissenen Seehund sämtlich ganz heruntergeschluckt waren.

Eine Neuerwerbung bei den Walen ist die Schwanzflosse, entstanden aus seitlichen Hautfalten an dem langen Säugetierschwanz. Dieses neue Lokomotionsorgan rief eine Steigerung der Fortbewegung hervor, etwa vergleichbar der Bewegung eines Schraubendampfers gegenüber einem Ruderboote. Jede überflüssige Hervorstehung am Körper fehlt, alle hervorragenden Organe, welche die Reibung im Wasser hätten vermehren können, sind entweder ins Innere des Körpers zurückgezogen worden oder mußten verloren gehen. Auch das Tauchen ist von nicht geringem Einflusse auf die Umformung des Walleibes gewesen. Besonders die großen, Tintenfische fressenden Zahnwale müssen tief hinabtauchen, um zu ihrer Nahrung zu gelangen. Prof. Kückenthal hat das Hinabtauchen eines von der Harpune getroffenen Döglings, der kerzengerade nach unten ging, nach dem Ablaufen der Harpunenleine auf etwa 1000 Meter berechnet. Erst nach $^3/_4$ Stunden tauchte das Tier in der Nähe des Schiffes wieder auf. Die Anpassungen des Körpers an den Aufenthalt, an den Druck in so großen Tiefen sind ebenso mannigfach wie interessant. Erstaunlich ist, daß sie ohne zu atmen so lange in der Tiefe bleiben können, der Pottwal bis $1^1/_3$ Stunde im Höchstmaße, die Bartenwale durchschnittlich wohl eine Viertelstunde.



Kopf eines jungen Schirati-Nashorns zur Zeit des Hornwechsels.

Von dem riesigsten aller Säugetiere — das Körpergewicht eines Blauwales von 72 Fuß Länge ist auf 73.800 Kilogramm berechnet worden — wenden wir uns zu dem Säugetierzwerge, der Spitzmaus. Bei Ann Arbor in Michigan hatte Prof. Reighard auf dem Schnee mehrere Häuf-

chen Schnecken gefunden. Als er nach dem Ursprung dieses ungewöhnlichen Fundes forschen ließ, stellte sich heraus, daß die Schnecken Eigentum einer Spitzmausart seien, die sich außer von Mäusen, Insekten und Regenwürmern, auch von diesen Schnecken nährt. Dieses Tierchen (Blarina brevicauda), dessen Gehör und Tastsinn so scharf wie sein Gesicht schwach entwickelt ist, hat die Gepflogenheit, Nahrungsmittelvorräte und darunter auch Schnecken in großer Menge aufzuhäufen und an kühlen Orten aufzubewahren. So bringt sie die Schnecken bei kaltem Wetter an die Oberfläche, bei wärmerem unter die Erde.

Nachdem beim indischen Nashorn der Hornwechsel schon geraume Zeit bekannt war, ist es kürzlich Dr. A. Sokolowsky gelungen, ihn auch bei einem jungen afrikanischen Rhinozeros im Hagenbeckschen Tierparke zu Stellingen zu beobachten.*) Das etwas über ein Jahr alte, bei Schiriati am Viktoriasee gefangene Tier, ein Männchen, gebärdete sich am 20. März plötzlich so unruhig und erbost und schrie so heftig, daß der Tierarzt herbeieilte und folgendes feststellen konnte. Das Tier hatte mit seinem Kopfe am Gitter verschiedene Bewegungen ausgeführt, wodurch sich das Horn von seiner Ansatzstelle löste und nur noch an seinem vorderen Rande mit der Haut in Verbindung blieb. Das geschah unter starker Blutung und offenbar großen Schmerzen für das Tier. Bald löste sich das Horn dann ganz. Eine nachherige Untersuchung zeigte, daß der Hornabwurf schon geraume Zeit vorher vorbereitet war und daß der starke Juckreiz, den das von seiner Unterlage sich lösende Organ verursachte, das Tier zu den Bewegungen am Gitter trieb. Dr. Sokolowsky vermutet, daß es sich bei dem Hornwechsel so junger Tiere um eine mit dem Zahnwechsel in Beziehung stehende Reifeerscheinung handle; denn abgenützt ist das Horn in dem Alter noch nicht. Seine Gesamthöhe betrug erst etwa 10 Zentimeter. Es dauerte nicht lange, so war eine Neuanlage des Hornes vorhanden und in lebhaftem Wachstum begriffen.

Über ungefährliche Giftschlangen und eine gefährliche Eidechse berichtet Dr. F. Knauer.**) Außer den Ottern oder Vipern, zu denen die Kreuzotter und die anderen europäischen Ottern, die Hornviper Nordafrikas, die Klapperschlangen u. a. gehören, und den Giftnattern (Schlange der Kleopatra, Brillenschlange, giftige Seeschlangen u. a.) haben auch die Trugnattern Giftzähne und sind doch als ungefährlich für den Menschen zu bezeichnen. Denn ihre gefürchteten, meist stark verlängerten Giftzähne sitzen ganz hinten im Oberkiefer und treten erst in Aktion, wenn diese Schlangen beim Verschlingen ihre Beute ganz zum Schlund hineingeschoben haben; dann erst können die Giftzähne eingreifen und das Gift der Drüsen in die Wunden abfließen lassen. Man kann sie deshalb getrost wie andere ungiftige Nattern in die Hand nehmen.

*) Die Umschau, XII, Nr. 20.

**) Die Umschau, XII, Nr. 34; Nat. Wochenschr., VII, Nr. 25.

Dr. Knauer beschreibt zwei in unserer europäischen Fauna (Südosteuropa beziehungsweise Mittelmeerländer) heimische, auch schon als Terrarientiere im Handel befindliche Trugnattern, die Katzenschlange und die Eidechsennatter, nach Aussehen und Lebensweise und geht dann noch auf die ebenfalls für größere Terrarien geeigneten, intensiv grünen Baumschlangen aus Indien, Ceylon, Südchina, Zentral- und Südamerika ein. Ihr grünes Schutzkleid paßt gut zu ihrer Blatt-



Eidechsennatter.

umgebung; sie nähren sich von Eidechsen, die der Wirkung ihres Giftbisses erliegen, sind aber für größere Tiere und Menschen gleichfalls ganz ungefährlich.

Auch das Gift der Krusteneidechsen oder Krustenechsen (Heloderma suspectum und horridum), des Überrestes einer älteren geologischen Epochen angehörenden Familie, ist schon lange bekannt. Die alten Azteken, deren Wohnsitze die Heimat dieser Echsen sind, hatten große Furcht davor, und noch heute glaubt man in den südwestlichen Teilen Nordamerikas allgemein, daß der Biß sicheren Tod bringe. In Wirklichkeit scheint jedoch der Biß dieser tatsächlich mit Giftzähnen und Giftdrüsen ausgestatteten Wüstenechsen nicht allzu gefährlich zu sein; nur in ganz vereinzelten Fällen erfolgte der Tod der Gebissenen. Nach dem Benehmen der Aquarienechsen Dr. Knauers, die sich ruhig in die Hand nehmen ließen und nur arg gereizt in Zorn gerieten, dürften die Krustenechsen auch im Freien nur in äußerster Not von ihrem Gebisse Gebrauch machen.

Von einem anderen Reptil, den samoanischen Schildkröten, erzählt W. von Bülow.*) Es sind in Samoa zwei Meerschildkröten vorhanden, Chelonia imbricata und Ch. virgata, deren Lebensweise ganz die gleiche ist. Sie sollen nach Angabe der Eingeborenen ihre Eier in dunkler Nacht, etwa drei Nächte vor und drei Nächte nach Neumond, im Sande vergraben — das wird richtig sein — und dann soll die Krötenmutter in möglichster Nähe in der Lagune warten, bis nach etwa 14 Tagen die 100 bis 200 Jungen ausgeschlüpft sind, um möglichst viele von ihnen zu verschlingen und 14 Tage darauf das Brutgeschäft von neuem zu beginnen. Bülow fand dagegen, daß die Jungen erst nach 84 Tagen ausschlüpften. Ebenso falsch wie die Fabeleien der Samoaner ist die alte Schulmeinung, daß der Zweck des Vergrabens der Eier im Sande der sei, die Eier von der Sonne erbrüten zu lassen. In Wirklichkeit werden die Eier in dem salzhaltigen Sande vergraben, um vor Raubinsekten und vor den Wirkungen der Sonnenstrahlen, der Belichtung und der Wärme geschützt zu werden. Außerdem ist die Feuchtigkeit des Meeresstrandes, die bei jeder eintretenden Flut erneuert wird, eine der Hauptbedingungen für den günstigen Erfolg der Erbrütung der Schildkröten. Die Feuchtigkeit des Brutlagers sichert eine große Beständigkeit in dem Wärmezustande des die Eier umgebenden Sandes und hat einen günstigen Einfluß auf die Entwicklung der Schildkrötenembryonen.

Bemerkenswert ist, daß bei Erbrütung der Eier in der Freiheit die jungen Schildkröten alle gleichzeitig den Brutplatz verlassen und wie ein aufgestörter Ameisenhaufen dem Meere zueilen. Die zuerst erbrüteten Schildkröten müssen also bewegungslos mehrere Tage unter der Sanddecke gelegen haben.

Zum Schlusse dieses Abschnittes sei noch über einige Arbeiten berichtet, zu denen Mitglieder des Amphibiengeschlechtes den Stoff geliefert haben.

Frühere statistische Feststellungen an jungen Fröschen hatten fast in allen Fällen ein starkes Überwiegen der weiblichen Tiere über die männlichen gezeigt. Der Physiologe Pflüger z. B. kultivierte Frösche (Rana temporaria) aus der Umgegend von Bonn, Utrecht und Königsberg. Er fand bei den Fröschen aus Bonn in seinen Kulturen 35 Prozent Männchen zu 65 Prozent Weibchen, bei denen aus Utrecht 13 Prozent Männchen zu 87 Prozent Weibchen und endlich bei denen aus Königsberg 48·5 Prozent Männchen zu 51·5 Prozent Weibchen. Nachprüfungen an in der Natur aufgewachsenen jungen Tieren derselben Gegenden ergaben die gleichen Verhältniszahlen. Nun machte er statistische Untersuchungen an ausgewachsenen, geschlechtsreifen Fröschen der drei Gegenden und fand, daß hier Männchen und Weibchen in gleicher Zahl vertreten waren.

Pflüger schloß nun hieraus folgendes: Man könnte annehmen, daß in der Jugend die Sterblichkeit des weiblichen Geschlechtes größer als die des männlichen sei, so daß schließlich sich Gleichheit der Zahl beider Geschlechter ergebe; dieser Gedanke sei jedoch hinfällig, weil ja dann in Königsberg, wo schon bei den jungen Fröschen Männchen und Weibchen in fast gleicher Zahl vertreten sind, schließlich bei den alten eine verschiedene Zahl gefunden werden müßte, und weil dann bei den Utrechter Fröschen die Herstellung der Geschlechtergleichheit ein ganz kolossales Absterben der Weibchen erfordern würde. Um diesen Unwahrscheinlichkeiten aus dem Wege zu gehen, entschloß sich Pflüger zu der Ansicht, daß es bei den jungen Fröschen dreierlei Formen des Geschlechtes geben müsse: Männchen, Weibchen und geschlechtlich unentschiedene, Hermaphroditen oder besser Mittelformen.

Anknüpfend an diese Lehre Pflügers hat W. Schmitt-Marcel neue Untersuchungen über den anscheinenden Hermaphroditismus beim Taufrosch angestellt.*) Durch mikroskopische Untersuchung der Tierchen in den verschiedenen Altersstufen von Beendigung der Metamorphose an bis zum Alter von 22 Monaten fand er, daß bis zum zweiten Monat 85 Prozent Weibchen und 15 Prozent Männchen ohne erkennbare Zwischenformen vorhanden waren; dann aber traten solche in zunächst immer wachsender Menge auf, und zwar nahmen sie auf Kosten der Weibchen zu, deren Zahl sich dementsprechend verminderte. Das hielt bis zum zwölften Monat nach der Metamorphose an, in welchem 54 Prozent Weibchen, 24 Prozent Zwischenformen und 22 Prozent Männchen vorhanden waren. Nun verwandelten sich die Zwischenformen allmählich sämtlich in Männchen, so daß bei annähernd 22 Monate alten Tieren ein Geschlechtsverhältnis von 52 Prozent Weibchen zu 48 Prozent Männchen (unter 200 Fröschen 104 Weibchen und 96 Männchen) gefunden wurde. Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß tatsächlich die weiblich erscheinenden Organe der Zwischenformen in männliche sich verwandelt hatten.

Daß die Organismen, welche die kalte beziehungsweise dürre Jahreszeit mittels einer Winterruhe oder eines Winterschlafes überdauern, Reservestoffe aufhäufen, ist bekannt, ebenso daß diese Reserven in den Pflanzen hauptsächlich aus Kohlehydraten (Stärke, Zucker verschiedener Art, Inulin u. s. w.), in den Tieren vorwiegend aus Fetten bestehen. Daß letzteres nicht bloß zufällig so ist, sondern, vom Standpunkte der Zweckmäßigkeitslehre aus betrachtet, eine sehr weise Einrichtung der Natur darstellt, zeigt Dr. M. Bleibtreu in einer Arbeit über Reservestoffe im tierischen Organismus, wobei er auf einen besonderen Ausnahmefall näher eingeht.**)

Unter allen Nahrungsstoffen des Tieres und des Menschen haben die Fette den größten Nährwert. Ein Gramm Fett stellt dem Organismus, wenn es in ihm oxydiert wird, 9·5 Kalorien, ein Gramm Stärke nur etwa 4·2 Kalorien zur Verfügung. Der Energiegehalt des Fettes übersteigt also den einer gleichen Gewichtsmenge Stärke um mehr als das doppelte. Es ist aber für den tie-

*) Globus, Bd. 93 (1908), Nr. 18.

*) Archiv f. Mikrosk., Anat. und Entwicklungsgesch., Bd. 72 (1908), Heft 3.

**) Mitteil. des Naturwiss. Vereins für Neuvorpommern und Rügen, 39. Jahrg.

rischen Körper, von dem große Leistungen und besonders eine freie Beweglichkeit verlangt werden, von großer Bedeutung, daß er seine Reservestoffe in möglichst konzentrierter Form — möglichst viel Energiegehalt bei möglichst wenig Gewicht — bei sich führt.

Dazu kommt noch etwas anderes: die Gewebe des tierischen Körpers sind durchweg sehr wasserreich; selten enthalten sie weniger als 70 Prozent Wasser, so daß der Tierkörper stets zum größten Teil aus Wasser besteht. Das Fett aber lagert sich in Form des Fettgewebes als eine fast wasserfreie Substanz, also wiederum mit möglichst wenig Ballastgewicht ab. Als dritter Vorteil ist endlich anzuführen, daß nicht bloß die Art, sondern auch der Ort dieser Ablagerung besondere Vorteile für den Tierkörper bietet. Das Fett wird im Organismus hauptsächlich im Unterhautfettgewebe abgelagert und umgibt so — als schlechter Wärmeleiter — den Körper wie ein Mantel, der ihn vor zu großer Wärmeabgabe schützt. Das Fett „wärmt" so den Körper gewissermaßen zweimal, einmal, indem es als schützende Hülle die Wärmeabgabe beschränkt, das zweitemal, indem es bei seiner Oxydation Wärme erzeugt.

Doch kann, wie die Pflanze neben ihren Kohlehydraten Fett, so der tierische Organismus neben seinem Reservefett auch Kohlehydrate als Reservestoff aufspeichern. Auf Grund der Arbeiten des großen französischen Physiologen Claude Bernard wissen wir, daß es auch eine „tierische Stärke" gibt, ein der vegetabilischen Stärke ähnliches Kohlehydrat, das im Tierkörper als Reservestoff in fast allen Geweben anzutreffen ist und, da es unter ganz gleichen Bedingungen wie die Stärke sich in Zucker umwandeln kann, allgemein als Glykogen (Süßstofferzeuger) bezeichnet wird.

Im allgemeinen ist die Menge, in der diese Substanz in den Organen der Tiere vorkommt, nicht groß; nur in der Leber kann es zu sehr großen, in Muskeln zu recht ansehnlichen Anhäufungen von Glykogen kommen. Durch geeignete Fütterung hat man bei Hunden einen Glykogengehalt von 3·787 Prozent ihres Gesamtgewichtes und von nicht weniger als 18·69 Prozent des Lebergewichtes erzielt. Doch ist dieses Resultat immerhin ein künstlich hervorgebrachtes. Bleibtreu hat dagegen an frisch gefangenen Fröschen einen noch höheren Glykogengehalt ermittelt, besonders hoch wiederum in der Leber dieser Tiere.

Im Sommer, wenn die Frösche am reichlichsten Nahrung zu sich nehmen und offenbar am meisten Gelegenheit zur Anhäufung von Reservestoffen hätten, ist am wenigsten Glykogen in ihrem Körper enthalten, während sie im Winter, wenn sie hungern, stets ansehnliche Vorräte davon besitzen. Erst wenn es gegen den Herbst geht, gegen Ende August, beginnt der Glykogengehalt der Frösche zu steigen, um in ziemlich schnellem Anstieg Ende September bis Anfang Oktober das Maximum zu erreichen. Dieser Anstieg geschieht merkwürdigerweise zu einer Zeit, in der das Futter der Tiere schon knapper wird, ja er tritt sogar noch ein, wenn die Frösche überhaupt kein Futter erhalten. Hier muß also das Kohlehydrat aus Substanzen gebildet werden, die keine Kohlehydrate sind, also aus anderen Vorratsstoffen. Während der Wintermonate sinkt dann der Glykogengehalt der Frösche zwar allmählich etwas, bleibt aber während dieser ganzen Zeit auf einem sehr hohen Stand, so daß im März noch immer bedeutend mehr davon vorhanden ist, als in den Sommermonaten vor dem herbstlichen Anstieg.

Die auf Prof. Bleibtreus Anregung von Dr. Mangold und Dr. Kan Kato aus Tokio ausgeführten Untersuchungen von Froschlebern ergaben einen Glykogengehalt von 10·76 bis zu 20·15 Prozent des Lebergewichtes; letzteres ist der größte Glykogengehalt, der bisher in einem tierischen Organ getroffen worden ist. Untersuchte man wasserfrei gemachte Froschlebersubstanz, so stieg der Glykogengehalt bis zu 50 Prozent der Trockensubstanz, etwa vier- bis fünfmal so viel als das daneben vorhandene Fett; ebenso übertraf das Glykogen auch die Eiweißkörper der Leber an Menge.

Diese gewaltige Anhäufung von Kohlehydratreserven in dem Froschkörper im Herbst, wie auch der hohe Stand dieser Vorräte während des ganzen Winters, hat ohne Zweifel für die Besonderheit des Stoffwechsels dieser Tiere im Winterschlaf und während der nahrungslosen Zeit im Frühjahr, wo die Zeugung besonders starke Anforderungen an ihre Leistungsfähigkeit stellt, eine große Bedeutung.

Unsere geflügelten Freunde.

Aus der Fülle des Neuen, das im vergangenen Jahre aus der Vogelwelt veröffentlicht ist, sollen hier zunächst einige Arbeiten allgemeineren Inhalts und dann eine Anzahl anziehender Einzelbeobachtungen berücksichtigt werden.

Die Flugfähigkeit erscheint als eins der hervorstechendsten Merkmale des Vogels, so hervorstechend, daß wir stutzen, wenn uns ein Vogel ohne Flugvermögen entgegentritt. In einer Arbeit über „fossile Flugtiere und Erwerb des Flugvermögens" sucht Prof. W. Branca*) u. a. auch zur Klarheit über den Weg zu kommen, auf dem die Vögel diese Fähigkeit erworben haben. Während bei den Insekten unter Schonung der Extremitäten besondere Flugorgane ausgebildet wurden, wurde der Erwerb solcher Organe bei den übrigen Fliegen nur durch Umbildung der Vorderbeine ermöglicht. Kein Übergang verbindet diese beiden Gruppen, was daran liegt, daß bei den Wirbeltieren ein Stützorgan für etwaige Rückenflügel, wie dies die Insekten in ihrem Chitinpanzer besitzen, fehlt. Innerhalb der Wirbeltiere sind zwei Wege der Flügelbildung verfolgt worden. Der eine liegt bei den Hautfliegern vor, der andere bei den Vögeln. Bei den ersteren (dem Pterodaktylus, den Flattertieren) bildeten sich Hautverdoppelungen zum Teil zwischen den eigens dazu riesig vergrößerten Extremitäten, ähnlich den Schwimmhäuten der im Wasser lebenden Tiere, nur daß in dem dünneren Medium der Luft die

*) Abhandl. d. K. Preuß. Akad. d. Wiss. Berlin 1908.

Flächenentfaltung eine bei weitem gewaltigere sein muß.

Welchen Weg mag nun die Natur bei der Ausbildung des Flugvermögens der Vögel beschritten haben? Sind sie aus Hautfliegern her-



Fliegender Frosch von Borneo.

vorgegangen, oder ist ihr Fliegen im Anschluß an das Fallschirmschweben entstanden, wie es die Flughörnchen, gewisse Schlangen, z. B. manche der oben erwähnten Baumschlangen, u. a. ausüben? Professor Branca vermag eine sichere Antwort darauf nicht zu geben; er sagt: Irgend welche sicheren Anhaltspunkte dafür, daß die Vögel als Hautflieger begonnen haben könnten, liefert weder die Paläontologie noch die Ontologie der heutigen Vögel. Die Entstehung der Federn wird leicht verständlich, wenn man die Haare der Flattertiere (Chiroptera) betrachtet. Denn hätten die Federflieger als Hautflieger begonnen und hätten sich allmählich Federn ausgebildet, so würde die Hautverdopplung überflüssig geworden und schließlich bis auf geringe Reste geschwunden sein. Diese Annahme hat manches für sich. Sollte aber die allgemeine Annahme richtig sein, daß die fliegenden Tiere aus Fallschirmtieren hervorgegangen sind, dann müßten freilich die Federflieger auch als Hautflieger begonnen haben. Was nun da das Richtige ist, bleibt vorläufig unentschieden.



Fledermaus.

Jedenfalls liegt die Zeit dieser Umwandlung sehr weit zurück. Wahrscheinlich zogen schon zur Tertiärzeit die Vögel ihre Straßen zwischen Nord und Süd hin und wieder, und wie sie dann mit dem Eintritt der Diluvialperiode allmählich zurückgedrängt wurden, so scheinen sie gegenwärtig langsam wieder die verlorenen Standlager zurückerobern zu wollen. Eine Arbeit W. Schusters berichtet über diese neuerdings sich mehrenden ornithologischen Anzeichen einer wiederkehrenden Tertiärzeit.*) Schon früher hatte er als Vögel, die, obwohl eigentlich Zugvögel, mehr und mehr in Trupps oder Familien und immer regelmäßiger in Deutschland zu überwintern pflegen, folgende Arten festgestellt: Stare, grauweiße und graugelbe Bachstelzen, Heckenbraunellen, gemeine Bekassinen, Turmfalken, Königsweihen, Mönchgrasmücken, Girlitze, Rotkehlchen, Feldlerchen, Fischreiher, Störche, Wiesenpieper und Hausrotschwänzchen. Dazu kommen weiter die Braunkehlchen, in England teilweise schon Standvögel, Grauammern, Heidelerchen, Rohrammern, in immer wachsendem Maße Amseln, Weibchen und Jungvögel der Buchfinken, Ringel- und Hohltauben, Kiebitze an der Nordseeküste und auf den friesischen Inseln. Ferner an verschiedenen Orten, allerdings meist nur in einzelnen Exemplaren, Wasserläufer, Brachvögel, Wasserralle u. a.

Bei manchen Vögeln läßt sich fortgesetzt ein stufenweis weitergehendes Vorrücken der Grenzen des Überwinterungsgebietes nach nördlicheren Breiten feststellen; Vögel, die früher ohne weiteres als Zugvögel galten, müssen jetzt schon für große Gebiete als „teilweis Standvögel" bezeichnet werden. Andere Vögel schieben ihr sommerliches Aufenthalts- und Brutgebiet ständig immer weiter nordwärts oder verlegen es unter gleichbleibender Breite in höhere Berglagen. Auch diese Tatsache belegt W. Schuster mit zahlreichen neuen Beispielen, nicht nur



Australischer Flugbeutler.

Drei Hautflieger.

aus der Vogelwelt, sondern auch aus dem Reiche der Insekten; so wurden, um nur noch ein Beispiel anzuführen, im Sommer 1901 und 1902 erstaunlich viele Puppen des Totenkopfes bei der Kartoffelernte in Oberhessen gefunden: die Heimat dieses Schmetterlings ist Süd- und Mitteleuropa.

In einer weiteren Arbeit über das Anbrechen einer neuen Tertiärzeit und die Beurteilung dieser Hypothese seitens der Naturforscher bringt W. Schuster noch eine Anzahl dahin gehören-

*) Natur und Haus, 16. Jahrg., Heft 10.

der neuer und schöner Beobachtungen. Typisch wieder für die Anziehungskraft, die das immer gleichmäßiger werdende, die schroffen Gegensätze zwischen Sommer und Winter einbüßende Klima auf die Vogel- und Insektenwelt ausübt, ist z. B. in der allerneuesten Zeit das Vorrücken des schweizerischen Berglaubvogels (Phyllopneuste montana) auf beide Schwarzwaldseiten sowie in die schwäbische Alb, an den Federsee, ins Donautal, nach Württemberg und Bayern. Wundervoll ist folgende Bemerkung Schusters, die zeigt, daß sich die Wiederkehr einer Tertiärzeit schon länger anbahnt. Eine Untersuchung ergab, daß bei den nicht wandernden Steinkäuzen, Waldkäuzen und Schleiereulen die Flügel nach Süden zu, also bei den südlicheren Lokalrassen, die in Grenzgebieten unvermerkt ineinander übergehen, immer kürzer werden. Da nun ein länger ausgebildeter Flügel bei ein und derselben Vogelart stets ein Zeichen dafür ist, daß der Vertreter mit dem längeren Flügel einer mehr nördlichen Lokalrasse angehört und größere Reisen machen muß als der südliche Artvertreter, also ausgesprochenermaßen Zugvogel ist, und da nun die nördlichen Lokalrassen der Eulenarten nicht mehr ziehen, so ist der Schluß gerechtfertigt, daß sie früher haben ziehen müssen, also bei uns aus Wandervögeln zu dauernd seßhaften Arten geworden sind.

Ferner macht W. Schuster, was hier gleich angeschlossen werde, obwohl es sich nicht um Vögel handelt, auf zwei Insekten aufmerksam, die in der Einwanderung begriffen erscheinen und als Bürgen einer nahenden Tertiärzeit, einer Epoche ausgeglichenerer Sommer- und Wintertemperaturen angesehen werden können. Beide traten sie zunächst in der Umgebung des Mainzer Beckens (Mainz bis Bingen) auf, wo das wärmste Durchschnittsklima Deutschlands herrscht. Seit 1903 wird hier und in der Umgebung die sonst nur aus südlicheren Gegenden bekannte Sattelschrecke (Ephippigera vitium), eine stattliche, im Herbst munter musizierende Heuschrecke, beobachtet, und seit etwa 50 Jahren dringt langsam die stahlblauflügelige große Holzbiene (Xylocopa violacea) nordwärts vor, so daß sie jetzt schon im Untermaintal keine seltene Erscheinung mehr ist. Ihr Einfall vollzog sich durch die Burgundische Pforte aus dem Flußgebiet der Saône und Rhône, wahrscheinlich auch noch durch das Moseltal, und jetzt ist sie in vereinzelten Posten schon im milden Lahntal angelangt.

Wir wenden uns nun nach dieser Abschweifung wieder der Vogelwelt zu, und zwar einer Frage, die durch den Wandertrieb der Vögel immer wieder angeregt wird, der Frage, wie weit der Instinkt reicht und wo die Verstandestätigkeit beginnt.

Als reine Instinkthandlungen faßt Oberstabsarzt Dr. J. Gengler in einer Arbeit über der Vögel Instinkt und Verstand*) den Wandertrieb der Zugvögel auf, dem zu folgen sie willenlos gezwungen sind, ebenso das Fortpflanzungsgeschäft, obwohl hier die Sache nicht mehr so einfach liegt; denn manche Phasen dieses Geschäftes sind von der Erfahrung und der Verstandestätigkeit der einzelnen Individuen abhängig. Beim Aufsuchen eines Nistplatzes und beim Nestbau ist es nicht mehr der Instinkt allein, der alles macht, hier setzen schon gewonnene Erfahrung und Übung des betreffenden Individuums ein. Denn triebe der Instinkt allein den Vogel zur Wahl des Nistplatzes, so würden niemals Nester an ungeeigneten Plätzen stehen, an denen sie unbedingt der Zerstörung anheimfallen müssen. Anderseits wieder würde auch ein Vogelpaar nicht, wie man es vielfach beobachten kann, sein halbfertiges Nest verlassen und an einem anderen Platze ein neues bauen. Sicher hat es während des Baues bemerkt, daß der gewählte Platz ein ungünstiger war. Der Trieb zum Bauen und das Talent der Baukunst ist angeboren, wird aber erst durch Erfahrung und Übung ausgebildet und vollendet. Weshalb auch ältere Weibchen bessere, haltbarere Nester bauen und diese aus praktischerem Material herstellen als junge, die noch Stümper in der Kunst sind.

Auch die Fütterung der Jungen und die Auswahl der gereichten Nahrung sowie die Menge derselben ist sicher nur der Ausfluß des Naturtriebes. Denn fast niemals, ausgenommen bei besonderen Witterungsverhältnissen, beobachtet man, daß im Nest sitzende Vögelchen erkranken, an Überfütterung oder an Nahrungsmangel zu Grunde gehen. Hier gibt der Instinkt den alten Tieren genau ein und an, was sie zu tun und zu lassen haben.

Bei der Erziehung der Jungen dagegen nach dem Verlassen des Nestes zeigen die Alten vielfach Verstandestätigkeit und Überlegung. Dr. Gengler führt aus seiner mehr als dreißigjährigen Erfahrung viele Beispiele dafür an, daß auch für den Vogel das Wort gilt: „Durch Erfahrung wird man klug", und daß Verstandestätigkeit und Überlegung bei ihm eine große Rolle spielen. Hier einige seiner Beispiele.

Die Jungen einer Rabenkrähenfamilie (Corvus corone) hatten es sich auf einem Aste am Waldrande bequem gemacht und blieben trotz Genglers immer größerer Annäherung ruhig sitzen, ohne auf das geradezu wahnsinnige Schreien ihrer Eltern zu hören. Da flog plötzlich die eine alte Krähe herab und spazierte direkt vor ihm im Grase umher, indem sie durch eigenartige Sprünge seine Aufmerksamkeit zu erregen suchte. Unterdessen stieß die andere, ohne einen Laut von sich zu geben, die drei Jungen vom Aste und führte sie in den dichten Wald hinein. Erst als das Geschrei des Gatten von fern ertönte, entfernte sich der schwarze Held vor Genglers Füßen mit großer Eile. Dieser sowie viele ähnliche bekannte Fälle sind sicher nicht allein der Ausfluß eines unbewußten Handelns, die Vögel stellten sich auch nicht krank oder flugunfähig, machten auch keine Miene, den Feind vom Platze wegzulocken, sondern sie wollten nur seine Aufmerksamkeit von den Jungen weg und ganz auf sich ziehen, sie waren sich auch ihrer gefährlichen Rolle wohlbewußt, wie ihr späterer schleuniger Rückzug erkennen läßt.

Nicht alle Vogelarten sind gleich gut befähigt und gleich guten Gedächtnisses. Sperlinge und

*) Die Umschau XII, Nr. 9.

Buchfinken, überhaupt alle in der Nähe des Menschen lebenden Vögel sind außerordentlich vorsichtig, kennen und vermeiden die ausgestellten Fallen. Die Meisen dagegen, insbesondere die Kohlmeisen, scheinen geradezu unfähig zu sein, gesammelte Erfahrungen sich zu Nutzen zu machen. Eine alte Kohlmeise schlüpfte in eine mit Speck geköderte Mausefalle und mußte eine ganze Winternacht darin zubringen, so daß sie fast erfroren wäre; in der nächsten Nacht saß dieselbe, am Schwanze gezeichnete Meise wiederum in derselben Falle. Das ist bei Meisen das Gewöhnliche.

Auch das Warnen der Vögel wollen manche als instinktive, unbewußte Äußerung, gleichsam als eine Reflexbewegung erklären. Dr. Gengler teilt diese Ansicht nicht, ist vielmehr der Meinung, daß der Vogel bewußt seine Artgenossen durch Ausstoßen des Warnungsrufes aufmerksam mache. Artfremde Vögel verstehen sehr bald diesen Ruf genau so gut wie die Artgenossen.

Bei ärztlichen Vornahmen an sich selbst zeigt der Vogel nicht selten großes Verständnis und Überlegung. Gengler sah, wie ein Grünfink seine eine schwerverletzte Hinterzehe erst nach langer, eingehender Untersuchung mit dem Schnabel wegbiß und so in wenigen Tagen eine glatte Heilung erzielte. Desgleichen biß eine in Dr. Genglers Voliere untergebrachte Rabenkrähe den vorderen Teil ihres zerschossenen Flügels mit einigen kräftigen Bissen ab. Das sind Fälle — Gengler erzählt ihrer noch mehrere — die sicher nur mit Zuhilfenahme der Verstandestätigkeit ausgeführt werden konnten. Ein sehr schönes Beispiel von Überlegung erzählt Tennent von der auf Ceylon lebenden Glanzkrähe (Corvus splendens Vieill.). Eine solche hätte gern den im Besitze eines Hundes befindlichen Knochen gehabt. Sie tanzte deshalb vor dem Hunde einher, um seine Aufmerksamkeit von dem begehrten Knochen abzulenken. Als dies nichts nützte, holte sie eine ihrer Genossinnen herbei. Diese stieß nun auf den nichts ahnenden Hund herab, und als sich dieser erschrocken und zornig zugleich erhob, holte die andere Krähe den nun unbewachten Knochen fort.

Nicht nur untereinander, auch dem Menschen wissen die Vögel sich verständlich zu machen. Eine hiefür recht beweiskräftige Geschichte erzählt Kollibay von einem gefangenen Seidenschwanze (Ampelis garrulus): Wenn mein Seidenschwanz mich erblickt und Hunger hat — und den hat er immer —, springt er klirrend von einer Sitzstange zur anderen, dabei zuckend mit den Flügeln schlagend. Eines Morgens hatte ich ihm bereits eine Handvoll Beeren hingeworfen, die sehr bald seinen Kropf dick hervortreten ließen. Als ich bald darauf wieder das Zimmer passierte, bettelte mich der Vogel in der lebhaftesten Weise wiederum an. Kaum näherte ich mich der Futterkiste, ein Moment, in dem sonst seine Aufregung den Höhepunkt erreichte, so sprang zu meinem Erstaunen der Vogel auf den Boden herab, trippelte zu seinem tiefen Wassernapfe und senkte lange seinen Kopf hinein, um sich darauf ruhig auf die Sitzstange zu begeben. Dieses Benehmen fiel mir auf, ich trat an den Käfig heran und sah, daß der Wassernapf nicht einen Tropfen Flüssigkeit enthielt, staubtrocken war. Ich muß gestehen, daß ich den verblüffenden Eindruck gewann, der Vogel habe mich um Wasser angebettelt und mich, als ich ihn mißverstand, in der allein richtigen Weise auf meinen Irrtum aufmerksam gemacht.

Ein Tier, sagt Dr. Gengler, das nur dem Instinkt folgt, stets unbewußt handelt, ist auch nicht befähigt, lustig zu sein oder andere zu eigener Belustigung zu necken, wie man dies bei Vögeln gar nicht selten beobachten kann. Eine von ihm aufgezogene zahme Elster bewohnte mit einem Leonberger gemeinsam den Hofraum. Sowie der Hund sich zum Mittagsschläfchen hingestreckt hatte, kam die Elster und hackte ihn in die äußerste Schwanzspitze, so daß der Hund erwachte und höchst ungehalten knurrte. Nach kurzer Zeit hatte sie folgenden Trick erfunden. Sobald sie gehackt hatte und der Hund auffuhr, knurrte sie ihn, ehe er beginnen konnte, genau mit seinen eigenen Lauten an, so daß der verblüffte Hund jedesmal mit eingezogenem Schwanze den Platz verließ; die Elster folgte dann in lustigen Sprüngen hinterdrein.

So ließen sich noch ungezählte Beispiele anführen, die dem einsichtigen Menschen mehr oder minder klar machen, daß auch das kleine Vogelhirn wohl zu arbeiten versteht. Die Erfahrungen, die das einzelne Individuum oder eine ganze Art sammelt, werden gut aufbewahrt, es werden Schlüsse daraus gezogen und das Benehmen danach eingerichtet. Hier bildet der Instinkt nur die Grundlage, auf der das Tier das übrige aufbaut, und die Erfahrungen einer Generation kommen durch Vererbung wahrscheinlich dem Instinkt der folgenden teilweise zu nutze.

Eine Anzahl hübscher Beispiele dafür, was Instinkt und was Verstand im Vogel leisten können, bieten uns des Landwirtschaftslehrers P. Wemer „Notizen zur westfälischen Vogelfauna".*) In einer Arbeit über Gelege und Nester des grünfüßigen Teichhuhns (Gallinula chloropus) finden sich z. B. Angaben über Niststätten, die darauf schließen lassen, daß der Vogel bei der Wahl und Anlegung der Niststätte nicht dem Instinkt allein folgt, sondern häufig mit einer Art Überlegung verfährt. In einem Aufsatze über die Nestbauzeit bei unseren Vögeln finden sich noch andere Beispiele dafür. Wenn z. B. der Kiebitz, der Teichrohrsänger sein Nest höher als gewöhnlich anlegt, so dürfte dafür nicht das Vorahnen des Wetters, also eine Art Instinkt, maßgebend sein, sondern es wird die Erfahrung eine Rolle dabei spielen. Im vorhergehenden Jahre wurde das Nest der Tierchen vielleicht vom Wasser benetzt, der Vogel hat sich dies gemerkt und sucht im nächsten Jahre eine bessere, gesichertere Stelle für sein Nest aus.

Ein eigentümlicher Trieb ist es, der die Vögel zur Anlegung von Spielnestern veranlaßt. Wemer beantwortet die Frage nach dem Zwecke dieser Bauwerke folgendermaßen: Erstens werden diese Spielnester nur zur Ergötzung, zum Zeitvertreib von den Vögeln erbaut, und zwar baut sie in den meisten Fällen das liebestolle Männchen.

*) Sonderdruck, Münster i. W. 1907.

Wemer sind Fälle bekannt, daß das Weibchen des Kiebitzes mit dem Errichten des eigentlichen Nestes beschäftigt war, während das Männchen für seinen Kopf eifrig drei! Spielnester in einem Nachmittage baute. Zweitens werden diese Nester erbaut, um vorkommenden Falles als Unterschlupf zu dienen, wenn das eigentliche Nest zerstört wird. Nimmt man dem Kiebitz das erste gelegte Ei aus dem Neste, so legt es manchmal (nicht immer) die drei anderen Eier in ein Spiel- beziehungsweise Notnest ab und gibt das eigentliche Nest preis. Endlich dienen die Spielnester auch als Schlafstätten. So legt der Zaunkönig drei und mehr Lustnester an. Das gepolsterte Nest dient zur Aufnahme der Eier, die nicht gepolsterten sind Spielnester und dienen als Schlafstätten; in diesem Falle wird nie eines von ihnen mit Eiern belegt.

Auch in P. Wemers Arbeiten über den Kiebitz, über die Anzahl der Fütterungen der Jungen durch die Alten, über den Bestand der Vogelfauna in der Umgebung von Münster und über die Frage, ob Eisenbahn und Telegraph unserer Vogelwelt nützen oder schaden, findet der Vogelfreund des Neuen und Interessanten die Fülle.

Weit aus der Heimat hinaus aufs Weltmeer führt uns eine Arbeit A. Reichenows*) über die Vögel des Weltmeeres, ein Teil des großen Standwerkes über die Deutsche Südpolarexpedition 1901—1903. Eine scharfe Abgrenzung zwischen der Vogelwelt der Küste und der hohen See läßt sich schwer durchführen, da einmal das Brutgeschäft sämtliche Vögel zeitweise an die Küste fesselt, anderseits eine große Anzahl Vögel, die eigentlich an den Küsten heimisch sind, doch regelmäßig weit in die See hinausgeht.

Vögel des Weltmeeres im strengsten Sinne sind eigentlich nur die Sturmvögel (Procellaridae), die nur zum Brüten ans Land kommen, sonst aber auf dem Meere leben und verweilen, ohne bestimmte Ruhestunden gleich allen anderen Vögeln innezuhalten. Tag und Nacht sind sie in steter Bewegung, wie Tschudi an einem gefangenen und nachher wieder freigelassenen gekennzeichneten Albatros feststellte, der dem Schiffe sechs volle Tage folgte, ohne je längere Zeit zu ruhen. Unter den 125 an Größe und Gestalt außerordentlich verschiedenen Arten der Gruppe sind die Albatrosse die größten, die Sturmschwalben (Hydrobatinae) die kleinsten. Ihre Nahrung besteht vorzugsweise aus Seekrebsen und Weichtieren, vor allem Tintenfischen; größere Arten fressen auch Aas, so daß Reichenow den Riesensturmvogel (Macronectes giganteus) als den Aasgeier Kerguelens bezeichnet.

Die Sturmvögel brüten nur auf einsamen ozeanischen Inseln, wo das Weibchen je ein Ei legt. Ihr Verbreitungszentrum liegt in der Westwindtrift, dem ununterbrochenen Gürtel des Weltmeeres, der die Erde zwischen den Küsten des südarktischen Kontinents und den Südspitzen der übrigen Festländer umgibt. Ihre Zahl nimmt nach Norden zu ständig ab, so daß im höchsten Norden von den mehr als 20 Gattungen nur noch eine einzige, die der Eissturmvögel, vorkommt. Die Vögel legen jedoch die ungeheuersten Entfernungen fliegend mit solcher Leichtigkeit zurück, daß einzelne Tiere bis in unsere Breiten verschlagen werden und hier jahrelang verharren. So wurde eine Albatroßart (Diomedea melanophris), die im Südpolarmeer heimisch ist, lange Jahre auf den Faröern beobachtet und ein anderes Exemplar der Art auf den Orkneys, ein drittes sogar bei Spitzbergen geschossen.

Über die Einrichtung, welche diesen gewaltigen Fliegern ermöglicht, so ausdauernd zu fliegen, berichtet in einer Veröffentlichung der „Wissenschaftlichen Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer Valdivia 1898—1899“ Franz Ulrich. Sie sind mit riesigen Luftsäcken versehen, die an verschiedenen Teilen des Körperinnern liegen und mit ihren vielen Ausbuchtungen



Der gelbschnäblige Albatros.

jedes ausfüllende Polster ersetzen. Mittels dieser Luftsäcke läßt sich der Körper aufblähen und in seinem Volumen so vergrößern, daß es erklärlich erscheint, wenn der Albatros oft lange Zeit ohne Flügelschlag dahingleitet und die langen, schmalen Flügel anscheinend nur zum Balancieren benützt.

Ebenfalls echte Kinder des Meeres, wenn auch in anderem Sinne als die Sturmvögel, sind die Alken (Alcidae) und die Pinguine (Spheniscidae). Sie beherrschen das flüssige Element schwimmend und tauchend und sind in ihrem Flugvermögen so zurückgeblieben, daß bei den Pinguinen die Flügel gänzlich zu Ruderflossen umgebildet und nur noch zum Schwimmen brauchbar sind, während die Alken sehr plumpe und schwerfällige Flieger sind. Die Pinguine stellen die vollkommenste Anpassung des Vogelkörpers an das Wasser dar. Dennoch ist die junge Brut beider Familien mit einem wasseraufsaugenden Dunenkleide bedeckt und muß lange von den Eltern gefüttert werden, bis sich das endgültige, undurchlässige Federkleid entwickelt hat. Die meisten Arten legen nur ein Ei, das bei einigen Pinguinenarten während des Brütens vom Weibchen auf den Fußrücken zwischen den Schenkeln eingeklemmt gehalten wird. Die Alken sind (mit 30 Arten) auf das Nordpolargebiet beschränkt, während die Pinguine (mit 17 Arten) nur im Südpolargebiete vorkommen und von den

*) Bd. IX, Zoologie, I. Bd., Heft 6. Berlin 1908.

Strömungen an den Westküsten Afrikas und Südamerikas bis zur Walfischbay beziehungsweise den Galapagosinseln getragen werden. Wie sehr die Pinguine zu Meerestieren geworden sind, zeigt vor allem ihre Art zu schwimmen: Pfeilschnell schießen sie unter dem Wasser dahin, die nach hinten gestreckten Füße zusammengelegt, die Flügel schnell und kräftig als Ruder und Steuer bewegend, so daß kein Körperteil über Wasser sichtbar wird. Von Zeit zu Zeit erscheinen sie auf der Oberfläche, um ihre großen Lungen mit Luft zu füllen. Wenn dem Pinguin Gefahr droht, so schnellt er wie ein fliegender Fisch aus dem Wasser empor, beschreibt in der Luft einen kurzen Bogen, taucht wieder



Brillenpinguin.

ein und wiederholt das Spiel, bis er sich sicher genug glaubt.

Außer den drei genannten Familien kommen als Vögel des Weltmeeres noch die Möwen (Laridae) und die Taucher (Colymbidae), ferner die in noch höherem Grade an das Land gebundenen Tropikvögel, Kormorane, Tölpel und Enten in Betracht. Auch die Taucher vermögen sich pfeilschnell unter Wasser zu bewegen, so daß sie die schnellsten Fische erhaschen; gewöhnlich aber schwimmen sie wie die anderen Vögel einem Schiffe gleich, so daß der ganze Rücken, Kopf und Hals hervorragen. Am wenigsten tief sinken die schwimmenden Möwen ein, die Reichenow treffend mit Schiffen ohne Ladung vergleicht, während die anderen Wasservögel vollbeladenen Fahrzeugen, die Pinguine aber den Unterseeboten gleichen, deren Körper ganz unter Wasser versenkt werden kann.

Genaueres über das Leben der Pinguine in der Gefangenschaft berichtet Dr. A. Sokolowsky*) nach seinen Beobachtungen im Hagenbeckschen Tierparke. Es handelt sich um eine Anzahl Brillenpinguine (Spheniscus demersus), die sich inmitten einer Gesellschaft von Robben, Walrossen und Seemöwen sehr gut zu behaupten wissen und mit Schnabelhieben selbst Walrosse und Seelöwen in Respekt halten. Sehr possierlich sieht es aus, wenn diese Vögel Hindernisse zu überwinden suchen. Auf höher gelegene Steinblöcke hüpfen sie ohne Benützung der Vorderflossen mit großer Sicherheit, nachdem sie durch Berührung des Felsblockes mit dem Schnabel anscheinend instinktiv die Höhe taxiert haben.

Mehrere Paare schritten auch zum Brüten, nachdem sie sich an verhältnismäßig wenig geschützten Stellen aus ihnen gereichten Besenbinsen, Reisig und Heidekraut in einfachster Weise eine flache Nistmulde zurechtgemacht hatten. Am 5. März legte das Weibchen das erste Ei, am 9. das zweite, und von diesem Moment wechselten die beiden Ehegatten äußerst pflichtgetreu und mit großer Hingabe im Brüten ab. Sogar die tägliche Gewohnheit des Badens gaben sie so lange auf. Am 15. April wurde das erste Junge bemerkt, das zweite schlüpfte wahrscheinlich etwas später aus, die Brutzeit währte also 42 Tage. Die mit einem dichten Daunenkleid versehenen graubraunen Jungen sind allerliebste Tierchen. Ungefähr 15 bis 20 Minuten nach der Fütterung werden sie von einem der Eltern, der gerade auf dem Neste sitzt und sie unter den Flügeln wärmt, mit hervorgewürgtem Nahrungsbrei gefüttert. Der alte Vogel wendet dabei seinen Kopf nach hinten und unten, öffnet den Schnabel und der junge holt sich, indem er mit Kopf und Hals im Schnabel und in der Kehle des alten verschwindet, den Nahrungsbrei aus dem Kropfe. In ihrer Heimat, einigen bei Südafrika gelegenen Inseln, brüten nach Prof. L. Schultze die Brillenpinguine zweimal jährlich, wobei sie 2 bis 4 Eier legen. Erst vier Monate nach dem Ausschlüpfen sollen die Jungen so weit sein, daß sie sich selbst ihre Nahrung im Meere suchen können.

Was uns am Vogel nächst seinem munteren Gebaren am meisten anzieht, das, worin wir uns ihm sozusagen wesensverwandt fühlen, ist der Gesang. Zu der Frage, ob das Singen der Vögel ein echter Instinkt sei, der dem Tiere in vollem Umfange angeboren ist und ohne Vorbild und Lehre zur Vollendung gelangt, oder ob Belehrung nötig ist, damit der Singvogel seinen Artgesang vollendet zur Darstellung bringe, stellt F. Gröbbels*) folgende auf Erfahrung gegründete Sätze auf:

Der Vogel bedarf irgend welcher Belehrung im Gesange; ohne Vorsänger wird kein Singvogel seinen Artgesang voll und ganz lernen. Bei seinen Beobachtungen fand Gröbbels bei den besten Singvögeln, Amsel, Drossel, Rotkehlchen, Spötter u. a., daß diese Individuen gerade dann eine neue Gesangsperiode beginnen, wenn die Jungen ausgeschlüpft sind, und daß diese Periode bis zur folgenden Brutzeit anhält. Das Gefühl der Freude, meint er, veranlaßt den alten Vogel, nach dem Ausschlüpfen der jungen Brut sehr lebhaft zu singen. Damit erteilt er den jungen Männchen unbewußt die gesangliche Belehrung, welche nötig ist. Damit ist der junge Vogel aber noch nicht zur Meisterschaft befähigt, die Gesangsvollkommenheit

*) Die Umschau, XII, Nr. 30.

*) Ornith. Monatsberichte, XII, Nr. 2.

steigert sich vielmehr, vielleicht sogar sein ganzes Leben hindurch. Durch die Belehrung erhält der Vogel also nur die gesanglichen Grundlagen, auf denen er nach seiner größeren oder geringeren musikalischen Begabung sich ganz gefühlsmäßig ausbildet.

Beruhte der ganze Vogelsang auf dem Instinkt, wie könnte der Vogel dann Gesänge oder Melodien sich zu eigen machen, die seiner natürlichen Begabung völlig fernliegen! In einer Arbeit über den hessischen Vogelsberg als Dorado der Welt-Gimpelzucht weist Pfarrer W. Schuster nach, wie der Dompfaff (Pyrrhula vulgaris), der in der Freiheit gar keinen eigentlichen Gesang ausübt, sondern ähnlich wie der Feldspatz „quaddelt", in der Gefangenschaft leicht zwei bis drei verschiedene Melodien pfeifen lernt. Zum Abrichten des Tierchens gehört in erster Linie große Geduld und Ruhe des Lehrmeisters, da der Vogel leicht erregbar ist und dann meist eingeht. Sodann ist es ein Haupterfordernis, daß ihm die zu erlernenden Melodien, am besten bekannte Volkslieder, stets in derselben Reihenfolge, in derselben Tonart und mit demselben Tone beginnend, genau einmal wie das andere Mal vorgepfiffen werden. Der Vogel hat ein gutes Gedächtnis, und die geringste Abweichung, die sich der Lehrmeister zu Schulden kommen läßt, macht ihn irre und verdirbt schließlich den Effekt. Die Lehrzeit, während welcher alle störenden Geräusche fernzuhalten sind, dauert vom Flüggewerden etwa ein halbes Jahr, und es müssen ihm in dieser Zeit die betreffenden Melodien täglich mehrmals vorgepfiffen werden. Ältere Vögel lernen nicht mehr.

Im Anschlusse hieran sei auf einige neue Werke aufmerksam gemacht, die das Gebiet des Vogelgesanges vom naturwissenschaftlich-musikalischen und vom ästhetischen Gesichtspunkte aus beleuchten. In einer Schrift „Kunst und Vogelgesang" hat Dr. Bernh. Hoffmann*) die Kunst im Vogelgesang und den Vogelgesang in Werken der musikalischen Kunst, besonders in denen Beethovens, Haydns, Wagners, ausführlich und mit vielen Notenbeispielen geschildert. Für musikbegabte Vogelfreunde wird die Lektüre dieses Buches und der Vergleich der hauptsächlich an freilebenden Vögeln gemachten Beobachtungen Dr. Hoffmanns mit früheren Werken ähnlicher Art, besonders mit Voigts verdienstvollem und bahnbrechendem Exkursionsbuche zum Studium der Vogelstimmen, ein hoher Genuß sein. Die Beobachtungen, die Prof. Alwin Voigt beim Studium der Vogelstimmen gemacht, hat er nebst denen der bedeutendsten Fachleute jüngst zur Abfassung eines „Deutschen Vogellebens" verwandt, das die Vögel nach ihrer landschaftlichen Zugehörigkeit schildert; auch in diesem Werke findet der Gesang vielfache Berücksichtigung.**)

Eine ästhetisch vergleichende Beurteilung der Farben und der Gesänge der Vögel gibt Wilhelm Schuster***) in seinem neu erschienenen Werke „Wertschätzung unserer Vögel". Er versucht darin angesichts des noch immer andauernden Streites über den Wert oder Unwert der einzelnen Vogelarten eine feste Norm für die Wertabschätzung der Vögel zu schaffen, indem er alle dabei in Betracht kommenden Momente heranzieht, positive wie negative, und sie endlich noch in sechs ausführlichen Tabellen dem Auge und Gedächtnis eindringlich einprägt. Unter den Rubriken: Getreide, Wiesen, Obst, Wein, Forst, lästige Insekten, Giftschlangen, Fleisch, Federn, Eier, Exkremente, Gesang, Farben, Belebung der Gegend, Jagdtiere, Haustiere, Fische, Bienen u. s. w. wird jeder deutsche Vogel nach seinem Werte abgeschätzt, um schließlich auch noch seine Zensur ziffermäßig zu erhalten, z. B. Ringeltaube 16 zu 6, Saatgans 19 zu $2^1/_2$ u. s. w. Es ist zu erwarten, daß diese objektive, dem Stande der heutigen Wissenschaft entsprechende Darstellung vielen Verkannten zu gerechter Beurteilung verhelfen wird. Die ästhetische Seite des Vogelsanges würdigt W. Schuster auch noch in einer gleichzeitigen Arbeit im „Zoologischen Beobachter", 49. Jahrg. Nr. 7.

Zum Gesang kann man zwar das Meckern der Schnepfen (Gallinago coelestis) nicht rechnen, wenn es auch ähnlichen Zwecken dienen mag; denn es wird nicht mit der Kehle hervorgebracht, wie man früher annahm, sondern mittels der Bewegung von Federn, wie durch sorgfältige, von P. H. Bahr ausgeführte Beobachtungen und Versuche endgültig festgestellt ist.*) Die Sumpfschnepfen oder Bekassinen vollbringen zur Brutzeit eigentümliche Flugkunststücke, indem sie aus der Höhe von 60 bis 100 Fuß herab- und in einem Bogen wieder aufwärtsschießen; beim Beginn des Herabsinkens breitet sich der Schwanz gleich einem Fächer aus, wobei die beiden äußersten Schwanzfedern von den anderen zwölf etwas abstehen, und sobald sich das Tier nun herabläßt, ertönt das Meckern oder Trommeln, das so lange als der Vogel abwärts steigt, 2 bis 3 Sekunden, anhält. Nicht der Schwanz als ganzes vibriert, sondern, wie mittels eines scharfen Glases leicht erkennbar ist, nur die beiden äußeren Schwanzfedern, und zwar so stark, daß ihre Enden undeutlich werden. Auch künstlich kann man das Meckern hervorrufen, wenn man die in geeigneter Weise an einem Stocke befestigten Federn gleichmäßig und nicht zu schnell kreisen läßt. Die Schwungfedern erzeugen keinen Laut. Das im März, auch schon im Februar beginnende und gewöhnlich bis Ende Mai dauernde Meckern wird von beiden Geschlechtern ausgeübt und durch feuchte Witterung begünstigt. Auch ausländische Schnepfen meckern so.

Von der Waldschnepfe (Scolopax rusticola), die auch zu den Meckerern gehört, erzählen die Forstleute manche Fälle von Selbsthilfe bei Verwundung, die vielleicht nicht alle in das Lexikon des Jägerlateins gehören. Danach soll sie bei Schußverletzungen, soweit sie sich selbst behelfen kann, sich verbinden und insbesondere verletzte Ständer kunstgerecht mit Moos und den eigenen Federn umwickeln. Ähnliche Fälle von Auto-

---

*) Verlag Quelle und Mayer, Leipzig 1908.

**) Verlag B. G. Teubner, Leipzig 1908. (Aus Natur und Geisteswelt, Bd. 221.)

***) Verlag: Kosmos, Gesellsch. der Naturfreunde (Franckhsche Verlagshandlung), Stuttgart 1908.

*) Nat. Rundsch. XXII, Nr. 48.

therapie wurden, wie Dr. Karl Floericke in seinem Werke „Die Vögel des deutschen Waldes" *) mitteilt, ihm von zuverlässigen Jägern auch über Nebelkrähen berichtet. Diese betonten insbesondere, daß die an den Schußwunden angeklebten und von ganz anderen Körperteilen herrührenden Federn unmöglich durch Zufall dorthin gelangt sein konnten, sondern sicher absichtlich an die Wunde angedrückt waren. Ein bekannter Herrenjäger schoß beim Morgenanstand eine hoch ziehende Stockente, die nach geraumer Suche verendet in einem Wintersaatfeld gefunden wurde. Beim Aufnehmen machte



Asiatische Steppenhühner

er die erstaunliche Wahrnehmung, daß in die unter dem Flügel befindliche Schußwunde weiche Grashalme tief hineingestopft waren, die er einzeln herauszuziehen vermochte. Die Ente mußte also die Halme selbst in die Wunde eingeführt haben, um die Blutung zum Stillstand zu bringen. Von der Selbsthilfe eines Rebhuhns, das bei Grünberg mit Schrot geschossen war, berichtet „Wild und Hund" (Jahrg. XIII, Nr. 45) folgendes: „Ein Korn hat den linken Ständer etwa in der Mitte getroffen und, wenn auch nicht gebrochen, so doch schwer verletzt. Es ist, wie man aus dem reichlichen Schweiß innerhalb des Verbandes sieht, eine starke Blutung eingetreten. Diese hat das Huhn durch den Verband gestillt und gleichzeitig die Verletzung geheilt. Die Art des Verbandes ist höchst interessant und zweckmäßig. Die zum Verbande nötigen Federn hat sich das Huhn, wie man deutlich sehen kann, an dem gesunden Ständer ausgerissen und so rings um die Verwundungsstelle gelegt, daß der obere weiche Teil der Federn innen, d. h. auf die kranke Stelle, zu liegen kam, und der harte Kiel, der Druck oder Reibung verursacht hätte, ganz nach außen steht. Auch nicht eine einzige Feder liegt

*) Kosmos, Gesellsch. der Naturfr. Stuttgart 1908.

anders. Als Klebmittel, wenn man so sagen kann, diente zum größten Teil Schweiß (d. h. Blut), teilweise sind Federn unter bereits mit Schweiß am Ständer angeklebten geschickt durchgesteckt, doch immer so, daß der Kiel nach außen kam." Auch bei gezähmten Vögeln hat man derartiges beobachtet. „Ich persönlich, schreibt Dr. Floericke, halte solche Vorkommnisse durchaus nicht für unmöglich, und sie werden weniger erstaunlich erscheinen, wenn wir bedenken, welches Verständnis z. B. kranke Stubenvögel ihrem Pfleger entgegenbringen, wie geduldig sich der ungebärdigste Papagei einpinseln oder verbinden oder ins Dampfbad setzen läßt, sobald er erst einmal eingesehen hat, wie gut ihm das tut, und daß man ihm damit nur zu Hilfe kommen will."

Die neuerdings mehr und mehr in Anwendung gebrachten Vogelmarkierungen haben bei der Vogelwarte Rossitten einige bemerkenswerte Resultate gebracht. *)

Junge Störche kehren im ersten auf ihre Geburt folgenden Jahre in ihr Heimatgebiet zurück und streifen hier als „Junggesellen" in näherer oder weiterer Umgebung des elterlichen Nestes (22 beziehungsweise 94 Kilometer in zwei Fällen) umher. Im zweiten auf ihre Geburt folgenden Jahre begeben sie sich in Gebiete, die von ihrer Heimat weit entfernt liegen. Ferner hat sich ergeben, daß der Herbstzug der aus dem Norden Deutschlands stammenden Storchscharen die südöstliche Flugrichtung innehält. Zugstraße ist immer das Odertal, der Einfall nach Ungarn erfolgt von Norden her.

Hier sei dem Herausgeber gestattet, zwei Betrachtungen einzuschalten, die ihm im Sommer 1908 von einem vertrauenswürdigen Manne in dem Dorfe Krausnick am Unterspreewalde mitgeteilt wurden. Ein Storch, der sein Weibchen verloren hatte, kehrte mehrere Jahre danach allein wieder und trieb sich in der Gegend umher, ohne ein neues Weibchen zu erlangen. Der Beobachter schloß daraus, „daß der Storch nicht zum zweitenmal heirate". Eine andere Volksmeinung ist die, daß, wenn die Störche im Frühling grau (schmutzig) eintreffen, schlechtes Wetter in dem betreffenden Jahre herrschen werde; kehren sie dagegen, wie 1908, weiß zurück, so werde das Wetter gut.

Die Markierungsversuche bei jungen Rauchschwalben haben ergeben, daß einjährige Tierchen dieser Art auch an ihre Heimatstätte zurückkehren und das elterliche Nest zur Brut benützen. Allerdings ist erst ein Fall dieser Art erwiesen und die weitere Aufmerksamkeit auf diesen Punkt zu richten.

*) Ornithol. Monatsschr., 16. Jahrg. (1908), Nr. 10.

Erstaunlich weit gehen die Züge nicht nur der Störche, sondern auch der Möven und anderer Flieger nach Süden. Im Oktober 1906 wurde ein Storch, den Dr. Thienemann am 21. Juni des Jahres unweit Königsberg in Ostpreußen gezeichnet hatte, in Wadai (Tsadseegebiet) erlegt. Ein am 5. Juli 1907 unweit Köslin in Pommern markierter Storch wurde bei Fort Jameson in Rhodesia (Südafrika) erbeutet. Eine am 26. Juli 1907 gezeichnete Lachmöve wurde im Januar 1908 in El Bahira bei Tunis erlegt. Auch an den Mündungen der Seine, des Po und des Rhone hat man in Rossitten gezeichnete Vögel gefunden.

Züge von Osten nach Westen hat im Jahre 1908, wie schon in früheren Jahrzehnten wiederholt, das Steppenhuhn unternommen, ein Bewohner der Steppen Mittelasiens. Im April zeigte es sich, nach Westeuropa ziehend, in Rußland, seit dem 5. Mai wanderten Züge von 8 bis 60 Stück durch die Dobrudscha nach Westen, wenig später waren Steppenhühner in Ost- und Westpreußen, und am 30. Mai wurde eines auf Helgoland gefangen. H. Simroth führt auch diese Züge des Steppen- oder Fausthuhnes (Syrrhaptes paradoxus) ebenso wie diejenigen des sibirischen Tannenhähers nach Westen auf die Pendulation zurück.

Außerdem sei an dieser Stelle nicht unterlassen, auf den an interessanten und wichtigen Beobachtungen überaus reichen VII. Jahresbericht (1907) der Vogelwarte Rossitten zu verweisen.*) Anziehend ist folgende Beobachtung des Dr. J. Thienemann: Am 30. Oktober fand sich unter meinen Haustauben eine junge Ringeltaube ein (deren Herbstzug am 15. und 18. Oktober stattfand), brachte später noch eine Genossin mit, und beide hielten sich über 14 Tage lang auf dem Gehöfte auf, ließen sich auf einem niedrigen Dache mit den zahmen Tauben füttern und zeigten sich ganz vertraut. Sie flogen auch aufs Flugbrett vor dem Schlage, gingen aber nicht in den Schlag selbst. Sie wurden dann von einem anderen Taubenbesitzer hierselbst gefangen, der sie jetzt noch in seinem Schlage eingesperrt hält und zum Ein- und Ausfliegen gewöhnen will. — Am 30. Oktober wurde unter einem Buchfinkenschwarme ein semmelgelbes Männchen, nach dem die Genossen erregt öfters stießen, herausgeschossen.

Wie einschneidend der Einfluß der Eiszeit war und zum Teil noch heute ist, sehen wir an den Brutplätzen des Kranichs,**) die eine merkwürdige Übereinstimmung der Lage mit den diluvialen Urstromtälern Norddeutschlands, dem Breslau-Magdeburger, Glogau-Baruther, Warschau-Berliner und Thorn-Eberswalder Tale zeigen. Das ist sehr wohl erklärlich. Als mit dem Zurückweichen der riesigen Inlandseisdecke der Zufluß des Schmelzwassers aufhörte und die breiten Urstromtäler als sumpfreiche Flußbetten bestehen blieben, da boten sie schon wie heute noch mit ihren Niedermooren den Kranichen ausgezeichnete Brutplätze. Auch in den an Eiszeitgebilden so reichen Küstenländern der Ostsee auf der baltischen Seenplatte von Ostpreußen bis Schleswig finden sich viele Kranichbrutstätten, denn auch hier wurden die flachen Wasserbecken mit der Zeit durch Torfbildung zu Niedermooren. Ebenso unzweideutige Beziehungen zur ehemaligen Ausbreitung des alpinen Eises zeigen die heute allerdings längst verlassenen Brutplätze des Kranichs auf den Mooren der bayrischen Hochebene, während sich das völlige Fehlen solcher Plätze in den ungeheueren Moorgebieten Nordwestdeutschlands daraus erklärt, daß dem Kranich das Hochmoor in seiner Form als Heidemoor im allgemeinen fremd ist, und gerade diese Form in ihrer extremsten Ausbildung wiegt dort vor.

Von den 411 Brutplätzen des Kranichs in Deutschland, die seinerzeit Dr. H. Nitsche in Tharandt aufzählte, sind gegenwärtig schon 75 bis 80 als erloschen zu betrachten, dagegen sind manche dieser Niststätten mit 20 bis 50 und mehr Paaren besetzt. Der charakteristische Brutort des Kranichs ist der undurchdringliche Erlenbruch, die Bruchwiese, der unzugängliche Sumpf und das trügerische, weil oft grundlose Fenn, das in Norddeutschland die Verlandung der zahlreichen flachen Seen in Wald und Heide einleitet. Und alle diese Oberflächenformen sind zumeist eng an das von der ehemaligen Eisbedeckung bearbeitete Gebiet geknüpft.

*) Journal f. Ornithol., 56. Jahrg. (1908), Heft 3.
**) Prometheus 1908, Nr. 986.

Leben der Tiefsee.

Eine Ostasienfahrt zur Erforschung der Meeresfauna der dortigen Küsten hat Dr. Franz Doflein unternommen.*) Ein Hauptfeld seiner Arbeit war die Sagamibucht, ungefähr südlich von Jokohama, wo er seine Tätigkeit besonders den merkwürdigen Tiefseetieren widmete. Aus seinen ungemein anziehenden Schilderungen sei in folgendem einiges auf diese Fauna Bezügliche wiedergegeben.

Auffallend war die Veränderung der Tierwelt an der Oberfläche mit Anbruch der Nacht. Die Zusammensetzung eines Fanges mit dem Planktonnetz war nachts eine ganz andere als am Tage. An die Stelle vieler Arten, die tagsüber eine große Rolle gespielt hatten, waren andere, neue getreten. „Es erklärt sich dies," sagt Doflein, „daraus, daß viele Tiere nachts in die Tiefe sinken, während dafür Formen, welche tags in der Tiefe wohnen, an die Oberfläche steigen. Zahlreiche dieser nachts aufsteigenden Organismen sind leuchtende Tiere. Sie erzeugen in verschiedenartiger Weise ein mehr oder minder starkes Phosphoreszenzlicht, welches sich zum Meerleuchten vereinigt. Häufig sind es hier die nämlichen Tiere wie in unseren Meeren, oder ganz nahe verwandte Formen, welche in Japan das gewöhnliche Meerleuchten verursachen. Das schönste Licht strahlen wohl die mikroskopisch kleinen Geißelinfusorien der Gattung Noctiluca aus. Sie sind zu Millionen im Wasser verteilt und überziehen jede Welle mit einem glitzernden Brillantschmuck. Ihr Licht ist deutlich grün, während andere Tiere ein bläuliches, rötliches oder violettes Licht aussenden. Ein Borstenwurm war an den ganzen Seiten seines schlangenartigen Körpers mit Laternchen versehen, welche intensiv gelblichgrün leuchteten. Ein kleiner Muschelkrebs aus der Ord-

*) Ostasienfahrt. Leipzig und Berlin, 1906.

nung der Ostracoden spritzte aus einer Drüse an seinem Kopfe eine Ausscheidung hervor, welche wie ein schimmerndes Band den Weg bezeichnete, welchen das Tier im Wasser zurückgelegt hatte. Unter dem Mikroskop konnte man deutlich erkennen, daß dieser Leuchtstoff aus einer gelblich gefärbten Drüse hervorkam, sich zwischen den Schalen des Tieres verteilte, so daß dieses am ganzen Körper zu leuchten schien, und dann als phosphoreszierende Wolke im Wasser allmählich verglomm."

Der Forscher ließ vom Boote aus unter einer Glasglocke eine Lampe ins Wasser hinab. Sofort entstand ein unbeschreibliches Gewimmel von Tieren um sie. In ganzen Wolken schwebten die winzigen Organismen aus den dunklen Gründen empor und umtanzten die ungewohnte Lichtquelle. Doflein brauchte nur das feine Netz einzutauchen, um Tausende von ihnen in seine Fanggefäße zu schöpfen.

Das Leuchten wurde hauptsächlich durch Würmer und kleine Krebse aus den Ordnungen der Ostracoden, Copepoden, Schizopoden und Mysideen verursacht. Um sie schwebten zahlreiche nicht leuchtende Organismen, Larven von Krebsen und Stachelhäutern, Medusen, Würmer und kleine Fische; letztere kamen oft aus weiter Ferne herbeigeschossen. „Man hatte ganz überzeugend den Eindruck, daß ein unwiderstehlicher Zwang sie zum Lichte hinzog. Denn sie sausten heran wie aus einer Flinte abgeschossen, und stießen sich mit lautem Krach den Kopf an unserer Laterne blutig. Im Wasser sah ich dasselbe Schauspiel vor meinen Augen sich wiederholen, welches der Falter darbietet, der in den Flammen den Tod findet, oder der Vogel, welcher am Leuchtturm sich den Kopf einrennt.

„Und wenn man sieht, wie gerade Tiere mit Leuchtorganen sich um das Licht ansammeln, so gibt einem diese Beobachtung einen wichtigen Fingerzeig für die Deutung dieser unter den Meerestieren so weit verbreiteten Organe. Sicherlich dienen sie in irgend einer Weise zur Anlockung; bei manchen Arten führen sie die Männchen und Weibchen zusammen, bei anderen locken sie die Beute an, welche geblendet dem Laternenträger in das offene Maul schwimmt."

Schöne Beispiele für Schutzfärbung, für echte Farbenanpassung, entdeckte Doflein in der japanischen Meeresfauna. Hier sitzt auf der fleischfarbigen Seefeder eine Galatheide, ein Krebs mit langen Scheren, dessen ganze Oberfläche das gleiche zarte Rosa zeigt, so daß man ihn erst nach längerem Suchen entdeckt; dort auf einer Gorgonide, einem anderen Korallenpolypen, eine andere Galathea, die mit ihr das grelle Orangerot teilt. Dort weidet auf einem Schwamme eine dorisartige Schnecke, deren schwefelgelbe Haut sich von der Oberfläche des Schwammes gar nicht abhebt. Und aus diesem Korallenstocke, dessen kalkige Skelettmasse ihn schwer wie einen Stein macht, recken sich nach einiger Zeit die gelb und rot gefleckten Polypen hervor, und zwischen ihnen schlüpfen einige kleine Fische, ihre Schützlinge, hervor, die auf ihrem Schuppenkleide genau dieselben Farben wiederholen.

Alle diese Tiere können ihre Farben nicht willkürlich, wie das Chamäleon, verändern; es sind eben so sichere Fälle von Farbenanpassung, wie die Heuschrecken des grünen Grases, die Schneehasen der Alpen, der Fennek oder langohrige Fuchs der Wüste. Sollten nicht, meint Doflein, alle diese Tiere allein zu dem Zwecke, damit die beiden Geschlechter sich finden, die Tendenz besitzen, die Farbe aufzusuchen, die sie selbst tragen, und dadurch in die schützende gleichgefärbte Umgebung geraten?

Diese Erklärung paßt allerdings nicht für eine Anzahl Formen, die über noch wirkungsvollere Verkleidungen und Instinkte verfügen. Gerade auf den Steinkorallen finden wir kleine Krabben aus der Gattung Actaea und ihren Verwandten, die auf dem Rückenschilde, den Scheren und Beinen eine eigentümliche rauhe Granulierung aufweisen, wodurch sie ihrer Unterlage außerordentlich ähnlich werden. Diese Tierchen fühlen sich in ihrer Maskierung so sicher, daß sie bei drohender Gefahr, anstatt die Flucht zu versuchen, „sich tot stellen", indem sie ihre Beine an den Leib ziehen, sich fallen lassen und regungslos liegen bleiben. Erst nach einiger Zeit, wenn die Gefahr vorübergegangen sein könnte, setzen sie sich ganz langsam wieder in Bewegung.

„Man kann sich," sagt Doflein, „keinen größeren Gegensatz denken, als ihn diese trägen Formen und die flinken Strandkrabben darstellen. Es bewahrheitet sich da wieder einmal jenes biologische Gesetz, welches ich vor einigen Jahren folgendermaßen formuliert habe:

In fast jeder Tiergruppe finden wir nebeneinander:

1. träge, langsame Formen, mit reflexartigen Instinkten, welche in ihrem Habitus in irgend einer Weise an die Umgebung angepaßt sind, Schutzfärbung und Schutzformen besitzen;

2. flinke, bewegliche Formen mit höheren Instinkten, welche meist kräftig sind und keine beträchtliche Schutzanpassung an die Umgebung zeigen. Es sind dies Raubtiere, dann jene Formen, welche gewöhnlich als das Beispiel für Vorkommen von Intelligenz im Tierreiche angeführt werden."

In keine dieser beiden Gruppen scheinen die „Schmetterlinge des Meeres", von denen Doflein nun erzählt, so recht hineinzupassen. Es sind ansehnliche Fische etwa von der Größe einer Forelle, aus der Familie der Trigliden; sie ähneln den wohlbekannten Formen aus dem Mittelmeer durch die freien Flossenstrahlen der Brustflosse, die ihnen beim Kriechen auf dem Boden als Stütze dienen. Wie jene haben sie in der Hauptsache ziegelrote und gelbliche Grundfärbung, in der sich eine olivgrüne Marmorierung erkennen läßt. Sie sind also sehr auffällig gefärbte, selbst in einer bunten Umgebung weithin erkennbare Tiere.

Nähert man sich einem ruhig auf dem Boden sitzenden Individuum dieser Arten, so fährt man im nächsten Augenblicke erschreckt zurück; denn das Tier hat plötzlich ein Paar schillernd gefärbter, großer Flossen ausgebreitet, weit wie die Flügel eines Schmetterlings, und unter dem Schutze des erzeugten Schreckens schwebt es langsam davon und läßt sich an einer anderen Stelle wieder nieder. Betrachtet man die Tiere im Aquarium, so kann man sich an der Schönheit ihrer Flügel nicht satt

sehen. Es sind in der Tat die Schmetterlinge des Meeres, die mit den Vögeln und Insekten um den Schönheitspreis in der Tierwelt streiten dürfen. Doflein hat hauptsächlich zwei Arten beobachtet, den Semi-hobo der Japaner (Trigla Kumu) und den größeren Hobo (Lepidotrigla Bürgeri). Der erstere, ein kleiner Fisch mit scharf zugespitzter Schnauze, hat leuchtend smaragdgrüne Flügel mit blauen Säumen und einem samtschwarzen, blaugesäumten Augenfleck. Der zweite hat dieselbe metallisch grüne Grundfarbe der Flossen, auf ihnen eine Anzahl glänzend blauer Augenflecke verteilt und einen ebenso gefärbten Saum. Das Blau erinnert an echten Lapis Lazuli und reine Türkise, das Grün an glühendes Kupfer, und beide Farben haben einen Schmelz, wie er sonst in der Natur nur auf dem Gefieder der Papageien oder den Flügeln der Paradiesfalter oder Ornithopteren, einer Schmetterlingsgattung der südostasiatischen Inseln, vorkommt. Die grellrote Färbung dieser Fische ist zweifellos eine Warnfarbe; denn sie besitzen an der Rückenflosse scharfe Giftstacheln.

Interessant sind auch Dofleins Mitteilungen über die Stillwassertiere, diejenigen Seewesen, deren Wohnbereich unterhalb der Tiefen liegt, die bei Stürmen noch in Bewegung versetzt werden. Soweit sie zu den festsitzenden gehören, wie die Seelilien, Hyalonemen, Hexactinelliden u. a., sind sie meist sehr tief im Schlamme verankert, teilweise von recht zartem und gebrechlichem Baue und oft von entzückender Schönheit und erstaunlichem Formenreichtum. Wollte doch vor Jahren eine Zollbehörde nichts davon wissen, daß ein solcher Kieselschwamm, eine Euplectella, eine tierische Bildung sei, sondern wollte sie als kostbares kunstgewerbliches Erzeugnis mit hohem Zoll belegen.

Auch die beweglichen Formen unter den Stillwassertieren zeigen merkwürdige und eigenartig angepaßte Typen. Da sind z. B. Seeigel, deren Hautskelett nicht einen kugelig starren Panzer darstellt, wie wir ihn sonst bei Seeigeln finden, sondern aus zahlreichen beweglichen Platten zusammengesetzt ist, so daß die Tiere sich bald zu einer Kugel aufblähen, bald zu einer tellerförmigen Scheibe abplatten können. Sie wären nicht im stande, große Wasserbewegungen zu ertragen; die Brandung würde sie töten und zermahlen.

Und wie hilflos müßten die langbeinigen „Seespinnen", die Krabben aus den Gattungen Stenorrhynchus, Latreillia, Latreillopsis, Makrocheira u. s. w. sein, wenn sie ihren kleinen Körper auf den dünnen Beinen durch bewegtes Wasser balancieren sollten. Es war im Aquarium schon von großem Interesse, zu beobachten, wie sie vorsichtig über die mit ihnen in Verwahrsam gehaltenen Korallen, Seeigel und andere Tiere hinüberturnten, und wie jede heftigere Wasserbewegung sie hilflos an die Wände warf. So geht es selbst den größten Arten. Die Riesenkrabbe Macrocheira Kaempfferi, bisher nur an der Küste von Japan gefunden, hat in ihren größten Exemplaren eine Spannweite von 3 bis 5 Metern. Auf den ersten Anblick erscheinen solche Wesen mit ihren ungeheuren Scheren wie schreckliche Ungeheuer, und man denkt, sie seien wohl im stande, einen badenden Menschen zu überfallen und zu bewältigen. Aber sie sind echte „Stillwasserformen", hilflos, sobald sie in das bewegte Wasser kommen, vollkommen unbeholfen und unfähig, ihren eigenen Körper zu tragen, sobald man sie aus dem Wasser an die Luft bringt. Dofleins japanische Fischer fingen sie mehr als einmal mit der Daboleine, einmal konnte eins sogar lebendig bis zur Station gebracht werden. Das Riesentier wurde mit einer langen Schnur an einem der Bootsringe festgebunden und in der Nähe des Ufers auf dem Meeresboden freigelassen. Da marschierte es wie ein seltsamer Spuk, wie ein gespenstiger Wächter im grünen Wasser des Fjords umher, durch welches seine grellrot marmorierten Beine heraufschimmerten. Setzte der Wind die



Homolochunia, eine Tiefseekrabbe mit Scheren am hintersten Beinpaar und Stirngeweih von der ostafrikanischen Küste aus 977 *m* Tiefe. 1/4 n. Gr.

Wellen in leichte Bewegung, so vermochte es sich kaum aufrecht zu erhalten und schwankte haltlos hin und her.

Andere Krabben dieser Art tragen das fünfte Fußpaar stets über dem Rücken erhoben, und zwar halten die meisten mit den Klauen dieses Fußpaares irgend einen Gegenstand, eine Muschelschale, einen lebenden Schwamm oder eine Aszidie, zum Schutze über ihrem Rücken. Eine seltenere Art fand Doflein hier auf, welche dies Beinpaar nicht als Schutzorgan, sondern als Balanceur benützt, wenn sie mit langen Spinnenbeinen über die vielerlei Gegenstände des Meeresbodens hinwegtänzelt. Da sieht man sie die Rückenbeine bald anziehen, bald ausstrecken, je nachdem es die Erhaltung des Gleichgewichtes erforderlich macht.

Wir müssen es uns versagen, des weiteren auf den reichen Inhalt des prachtvoll illustrierten Dofleinschen Werkes einzugehen, und können dem Leser nur versichern, daß ihm die Lektüre dieser „Ostasienfahrt" einen auserlesenen Genuß bereiten wird. Auch Land und Leute Japans sind hier mit Verständnis und Liebe erfaßt und geschildert.

Ein anderes großes Werk, das uns mit der Tiefsee und ihren seltsamen Lebewesen bekanntmacht, sind die Bände, in denen die wissenschaftlichen Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition

auf dem Dampfer „Valdivia" 1898—1899 veröffentlicht werden. Spät kommst du, doch du kommst, möchte man auch hier ausrufen, und wer da weiß, wie wenig Geld, wie wenige Mitarbeiter und leider auch wie wenig tieferes Interesse in Deutschland für derartige großangelegte wissenschaftliche Veröffentlichungen vorhanden sind, der wird das lange Säumen sehr begreiflich finden. Band III, IV, VI und VII des Reisewerkes*) sind zoologischen Inhaltes und bringen eine Fülle anziehender Mitteilungen über die Lebewelt der Tiefsee sowie der



Der Kampf eines Hummers mit einem Octopus.

Meeresoberfläche, über die Tierwelt der von der Expedition besuchten antarktischen Inseln und über geographische Probleme, die sich an die Verteilung dieser Lebewesen knüpfen.

Im VI. Bande schildert Franz Doflein die ihm wohlbekannten Tiefseekrabben, von denen etwa 150 verschiedene Arten erbeutet wurden, darunter 14 neue Arten. Auch hierunter gab es merkwürdige Formen, z. B. eine Krabbe, die das Scherenpaar nicht an den vorderen, sondern an den hintersten Beinen trägt, vermutlich zu dem Zwecke, um mittels dieser Zangen Fremdkörper zu packen und als Schutzdach über dem Panzer zu halten. Es ist eine Tiefseekrabbe von der ostafrikanischen Küste aus fast 1000 Meter Tiefe, Homolochunia valdiviae. Manche Krabbenformen der mittleren und untersten Tiefen zeigten sich über die ganze Erde verbreitet, während von den Uferformen keine der Arktis und Antarktis gemeinsam war. Überhaupt wird, je weiter wir uns den Polen nähern, desto ärmer die Krabbenfauna; ebenso verhält es sich mit der Tiefe. Aus Tiefen bis zu 700 Metern sind ungefähr 500 Arten bekannt, in solchen von 700 bis 1000 Metern kennen wir nur noch 65, in 1000 bis 2000 Metern noch 40, in Tiefen von 2000 bis 3000 noch acht, von 3000 bis 4000 noch drei, während in 4261 Meter Tiefe noch zwei Arten leben. Die Färbung der Tiefseekrabben ist hauptsächlich ein lebhaftes Rot, seltener bleiche oder gelbe Töne.

*) Verlag Fischer, Jena; Herausg. Prof. Dr. Karl Chun.

Über das Zusammenleben einer Küstenkrabbe mit einer an den Küsten Chiles in 8 bis 20 Meter Tiefe häufigen Seerose (Antholoba reticulata) berichtet O. Bürger.*) Diese Seerose findet sich nur selten auf unbelebten Gegenständen, meist dagegen auf lebenden Geschöpfen, Kammuscheln, den in Purpuraschalen lebenden Einsiedlerkrebsen und vor allem auf einer Krabbe (Hepatus chilensis). Von sechzig untersuchten Krebsen trugen nur vier keine Aktinie. Wurden die Seerosen von den Krabben abgelöst und mit letzteren zusammen ins Aquarium gesetzt, so siedelten sie sich zunächst auf dem steinigen Boden an und verharrten tagelang mit entfalteten Tentakeln (Fühlarmen) daselbst, während die Krebse sich zwischen ihnen umherbewegten, ohne sich um sie zu kümmern. Am fünften Tage hatte sich eine Aktinie losgelöst und umgedreht, so daß ihre Fußscheibe nach oben gerichtet war. Mit dieser Scheibe klammerte sie sich an das Bein einer vorüberwandelnden Krabbe, erstieg während der Nacht das Rückenschild des Krebses und ließ sich hier dauernd nieder. Da dieser Vorgang mehrfach beobachtet wurde, so ist es zweifellos, daß die Seerose durchaus absichtlich das Zusammenleben mit der Krabbe sucht und auch wahrscheinlich den Hauptvorteil daraus zieht, insofern der Krebs sie unablässig zu neuen Nahrungsquellen schleppt.

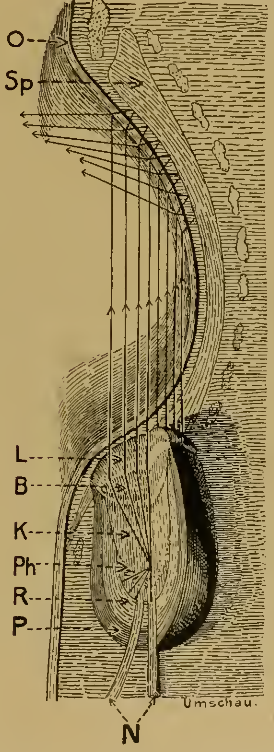
Zu den fürchterlichsten Gestalten der Tiefsee gehören die als Kraken bezeichneten Riesentintenfische, besser Tintenschnecken, Mitglieder der Gattung Architeuthis, die zuweilen an die Oberfläche des Meeres kommen und auch an Küsten schon gestrandet sind. Das größte bekannt gewordene Exemplar ist etwa 5 Meter lang, ist mit Armen von 12 Metern Länge ausgestattet und wiegt etwa 1000 Kilogramm. Der Durchmesser der Saugnäpfe an den Armen geht bis zu 15 Zentimeter. Auch auf der Südseeinsel St. Paul ist neuerdings ein solcher Riesenkalmar von über 7 Meter Länge gestrandet. Von der Gefährlichkeit dieser unheimlichen Wesen gibt die Erzählung eines amerikanischen Tauchermeisters, des Kapitäns N. P. Sorensen, einen lebendigen Begriff. Sorensen arbeitete im Dienste der Gelong Wrecking Company in einer Tiefe von 18 Faden an dem Wrack des bei St. Napier gescheiterten „George Ruber".

„Plötzlich" — so erzählt er — „spürte ich am Arm einen heftigen Druck. Ich zuckte zusammen, tausend Vorstellungen schossen mir durch den Kopf. Ich wußte, dies ist ein lebendes Wesen; aber zugleich erinnerte ich mich: kein jäher rascher Schatten war aufgetaucht, der das Nahen eines Hais bekundet hätte. Dann trat es mir ins Bewußtsein: während der letzten Sekunden war es dunkler und

*) Biol. Zentralbl., Bd. 23.

düsterer um mich geworden, allein ich war zu eifrig bei der Arbeit, um darauf zu achten. In Sekundenschnelle schwirrten diese Gedanken vorüber. Ich warf mich herum, und nun sah ich es vor mir, etwas Grausenerregendes und Furchtbares. Es war ein unförmiger riesiger Kopf, dick und plump wie das Vorderteil eines Bootes. Und dann erkannte ich es deutlicher: es war wie ein großer Schnabel, gekrümmt wie der eines gewaltigen Papageis, und darüber starrten große, grünleuchtende Augen. Kalt und grausam waren sie auf mich gerichtet und dann sah ich auch weite gespenstische Schatten im Wasser und erkannte ihren Ursprung, die gewaltigen langen Fangarme, die sich ausbreiteten, sich wanden, krümmten und sich mir entgegenstreckten, gleich den knorrigen Ästen tropischer Bäume. Zwei, drei Sekunden starrten wir uns an. Ich gab das Notsignal. Dann aber war ich von den großen lederartigen Armen umklammert. Vor meinen Augen öffnete sich der schnabelförmige Schlund und legte sich um meinen Kupferhelm. Ich spürte, wie meine Rippen sich bogen, und mein Helm wurde in dieser ersten Umarmung eingedrückt. Mit einem verzweifelten Ruck bekam ich einen Arm frei. Noch behielt ich eine kurze Eisenbarre in der Hand; ich stieß, stieß noch einmal. Das Ungeheuer hielt eine Weile inne und wieder sah ich die großen grünen Augen auf mich gerichtet. Ein neuer Stoß von mir, dann packte einer der großen Fangarme die Barre und entriß sie meiner Hand. Ich war hilflos. Mit meinen gummigepolsterten Fäusten schlug ich um mich. Es war, als ob ich gegen einen ledergepolsterten Leib schlüge, und ich glaube nicht einmal, daß das Ungeheuer es spürte. Langsam näherte sich mir wieder dieser gräßliche Kopf. Das gab mir eine Chance. Ich ballte die Faust und mit aller Wucht schlug ich auf das große glimmende Auge und versuchte es zu zerschmettern. Aber auch hier diese elastische lederartige Zähigkeit. Der Polyp schob meinen Arm beiseite, und wieder preßten sich die sieben, acht, neun Glieder des Tieres um meinen Körper, zogen sich zusammen, enger, immer enger, und ich spürte, wie meine Kraft erlahmte. In diesem Augenblicke kam mein Gefährte mit Waffen und Messern in die Tiefe und mir zu Hilfe. Meine beiden Arme wurden durch ein einziges der großen Greifwerkzeuge des Polypen fest an den Körper gepreßt; ich sah noch, wie zwei der Fangarme an einem felsigen Riff des Meeresgrundes sich anklammerten, und dann spürte ich heftige Schläge, die durch meinen ganzen Körper gingen und die mich überzeugt haben, daß diese unterseeischen Polypen elektrische Schläge austeilen können. Der Kampf währte nahezu eine Stunde. Ich bekam etwas Freiheit, konnte Waffen ergreifen, und so nach und nach gelang es uns, den grausigen Feind zu bezwingen. Mit Messern und Speeren erwehrten wir uns der Fangarme, die von allen Seiten durch das dunkle Wasser sich uns entgegenwälzten, und schließlich gelang es uns, die Greifwerkzeuge zu verstümmeln und von dem Körper des Polypen loszulösen. Sie hatten eine Länge von etwa 6 Metern; unmittelbar am Rumpfe hatten sie einen Durchmesser von 12 Zoll, der sich nach den Enden zu verjüngte. Mit dem Speere durchbohrten wir den Rumpf, und mit unsäglicher Mühe wurde er dann an die Oberfläche geschafft. Noch über sechs Stunden lang zeigte er Leben. Später haben wir unseren unterseeischen Feind nach London verkauft, wo er jetzt im Britisch Museum ausgestellt ist."

Im Anschlusse an dieses Abenteuer, für dessen Authentizität in allen Punkten der Erzähler selbst



Leuchtorgan des Tintenfisches Histioteuthis Rüppelli.

bürgen möge, berichten wir über einige merkwürdige **Sinnesorgane bei Tintenfischen**, geradezu raffiniert konstruierte Apparate, die zwar dem anatomischen Baue nach große Ähnlichkeit mit dem Auge zeigen, in ihrer Funktion aber uns zum Teil noch ganz rätselhaft sind. Sie sind nach dem Berichte von Dr. W. **Roth** bei einigen in der Tiefe des Mittelmeeres lebenden Tintenfischen entdeckt worden. *)

Das erste dieser Gebilde kann als ein **thermoskopisches Auge**, d. h. ein zur Wahrnehmung von Wärme geeignetes augenähnliches Organ bezeichnet werden. Es ist ein dicht unter der Oberhaut liegendes kugelförmiges Organ, gefüllt mit zwei Reihen großer durchsichtiger Zellen und mit

*) Die Umschau, XII, Nr. 2.

einem von unten her eintretenden dicken Nervenstrang versehen. Nach oben ist es von einem linsenartigen Körper abgeschlossen, der jedoch merkwürdigerweise nicht durchsichtig, sondern mit einem rußschwarzen Farbstoffe so dicht angefüllt ist, daß das Eindringen von Lichtstrahlen durch diese Pigmentlinse ausgeschlossen ist.

In Anbetracht des Umstandes, daß schwarzgefärbte Substanzen die Fähigkeit besitzen, die von



Von oben (1) nach unten (6). Von oben (7) nach unten (13).
Die Entwicklung des Aales; 1—2 erstes Stadium, 3—6 zweites, 7—8 drittes, 9—10 viertes, 11—12 fünftes, 13 sechstes Stadium.

einer Lichtquelle mit den Lichtstrahlen gleichzeitig ausgesandten Wärmestrahlen in hervorragendem Maße zu absorbieren, hat L. Joubin die Ansicht geäußert, daß dies Gebilde ein zur Wahrnehmung der Wärme bestimmtes Organ sei. Welchen Nutzen aber das Tier (Chiroteuthis Bomplandi) von seinen thermoskopischen Augen in der Finsternis und Eiseskälte der Meerestiefe zieht, darüber herrscht noch völliges Dunkel.

Über das zweite, dem Tintenfisch Histioteuthis Rüppelli angehörende Organ, das allerdings auch noch niemand funktionierend gesehen hat, können wir nach dem Baue schon eine sicherere Vermutung aufstellen. Es ist zweifellos ein mit großem Reflektor ausgestattetes Leuchtorgan. In manchen Punkten ähnelt es ebenfalls dem Auge: es ist eine gewölbte Linse (L), eine der Netzhaut gleichende Zellenschicht (Ph), eine dem Glaskörper entsprechende durchsichtige Masse (K) vorhanden. Dennoch ist es nicht zur Wahrnehmung von Lichtstrahlen bestimmt, sondern ein Leucht- oder Phosphoreszenzorgan, indem diese in der Haut einiger Cephalopoden (Tintenfische) vorkommenden Gebilde große Übereinstimmung mit den Leuchtorganen gewisser Krebse zeigen, bei denen die phosphoreszierende Wirkung der entsprechenden Teile sicher nachgewiesen ist.

Danach ist der Bau dieses Organs folgendermaßen zu deuten. Nervenfasern (N) durchbohren den Pigmentmantel (P), der das in dem Organ produzierte Licht von dem benachbarten Körpergewebe abschließt, passieren dann eine gegen das Innere zu spiegelartig glänzende Gewebeschicht (R), die gleichsam als Reflektor fungiert, und lösen sich dann in der nervenhaltigen Schicht (Ph) auf. In diesem auch als photogene (lichterzeugende) Schicht bezeichneten Zellenlager wird das Licht erzeugt und vermittels des Reflektors durch den Kristallkegel (K) und das aus zwei Linsen (B und L) bestehende Linsensystem nach außen geworfen.

Da dieses komplizierte Organ nicht senkrecht, sondern in einen spitzen Winkel zur Körperhaut gestellt ist, so können die Lichtstrahlen nicht direkt ins Wasser ausstrahlen. Sie fallen vielmehr in eine über dem Gebilde liegende seichte Hautnische, die unter einer durchsichtigen Oberzellhaut (O) einen glänzenden großen Hohlspiegel (Sp) zeigt. Dieser dient als Reflektor und wirft die Strahlen nach außen. Möglicherweise haben diese über den Kopf, die Außenseite der Fangarme und den Mantel zerstreuten Phosphoreszenzorgane den Zweck, den räuberischen Tintenfisch vermittels des durch die großen Reflektoren zerstreuten Lichtes gleichsam in eine milde Lichtwolke zu hüllen, welche einerseits die Beutetiere anlockt, anderseits das Raubtier vor ihnen verbirgt.

Auch die Tiefen unserer Meere bergen ihre interessanten Geheimnisse, die ihnen zu entreißen oft nur andauernder und mühevoller Forscherarbeit gelingt. Ein solches Geheimnis war bis vor kurzem die Entwicklungsgeschichte des Aals, die nun dank der Untersuchungen Joh. Schmidts*) und einiger anderer Forscher als nahezu völlig geklärt gelten kann.

Alljährlich im Herbst mit Eintritt des rauhen Wetters machen sich zahlreiche große Aale, die besonders wohlgenährten, fetten „Silberaale", die Wander- oder Treibaale der Fischer, aus den Flüssen auf und streben dem Meere zu, aus dem sie wahrscheinlich niemals wieder in das Süßwasser zurück-

*) Nat. Rundsch., XXII, Nr. 27 u. 28, Referat v. Prof. Ehrenbaum.

kehren. Markierungsversuche haben, wie Trybom und Schneider*) berichten, dargetan, daß die Wanderungen sich selbst aus dem Bottnischen Meerbusen durch die ganze Ostsee und das Kattegat erstrecken; im Nordseegebiete verschwinden alle diese Wanderaale spurlos. Sie sind sehr lichtscheu und nähern sich der Küste mehr in dunklen Nächten als in mondhellen oder gar bei Tage. Die Geschwindigkeit der Wanderung ist nicht beträchtlich, von durchschnittlich 36 bis zu etwa 50 Kilometern in 24 Stunden. Alle diese Erfahrungen beziehen sich auf weibliche Tiere, über die Wanderung der Aalmännchen scheint bisher noch nichts bekannt geworden zu sein. Obwohl die auswandernden Aale keineswegs geschlechtsreif sind — es ist überhaupt noch kein vollkommen laichreifer Aal lebend beobachtet worden — muß man doch annehmen, daß der Fortpflanzungstrieb es ist, der sie zwingt, das Meer aufzusuchen, und daß sie nach Beendigung des Laichgeschäftes draußen im Meere zu Grunde gehen. Dafür spricht auch die Tatsache, daß man alljährlich die junge Aalbrut, die sog. Montée, in unabsehbaren Mengen aus dem Meere in die Flußmündungen zurückströmen sieht. Bis vor kurzem war nur noch unbekannt, aus welchen Gebieten des Meeres sie kommen.

Auch die Vorläufer der Montée, die sogenannten Larvenformen der Aalbrut, deren Gestalt von der des Aales noch so völlig abweicht, daß man sie früher für eine eigene Tierart, Leptocephalus brevirostris, hielt, sind der Wissenschaft geraume Zeit schon als Glieder des Aalgeschlechtes bekannt. Es sind glashelle, etwa 7 Zentimeter lange Tiere von der Form eines Oleanderblattes, von denen man nur ganz selten und gelegentlich ein Exemplar auf der Hochsee gefunden hatte. Vor wenigen Jahren ist es endlich gelungen, durch planmäßiges Fischen die Aufenthaltsorte dieser Larvenformen und damit die eigentliche Heimat des Aals in den nordischen Gewässern zu entdecken. Daß dies nicht schon früher geschah, beruht auf mehreren früher unbekannten Umständen.

Erstens sucht der Aal, um sich fortzupflanzen, ozeanische Tiefen von 1000 Metern und darüber auf, Tiefen, die er weder in der Ostsee noch in der Nordsee und im Skagerrak findet; zweitens beansprucht der Aal in diesen Tiefen eine Temperatur von wenigstens 7° C, die erst, das ganze Jahr hindurch anhaltend, in dem eigentlichen atlantischen Becken angetroffen wird.

An der 1000 und 2000 Meter-Tiefenlinie, die dicht nebeneinanderlaufend den Sockel des europäischen Festlandes bilden, fing Joh. Schmidt die meisten Aallarven, namentlich im Südwesten von Irland, aber auch auf der ganzen Länge der 1000 Meter-Linie von den Faröer bis zur nordspanischen Küste. Auch westlich davon über Tiefen bis zu 4000 Metern und darüber kommen sie noch vor. Es ließ sich bei der Art des Fanges nachweisen, daß die Aallarven echt pelagische Tiere sind, d. h. Tiere, die sich niemals am Grunde, sondern in den höheren Wasserschichten aufhalten, mit Vorliebe in Tiefen von 50 bis 100 Metern; des Nachts findet man sie sogar an der Oberfläche selbst.



Die atlantischen Küsten von Westeuropa mit den Orten, an welchen Aallarven und Glasaale (Aalbrut) gefangen wurden.

In der Zeit vom Mai ab, wo die erste überhaupt im Nordatlantischen Ozean getroffene Aallarve gefangen wurde, bis zum September macht der Aal verschiedene Verwandlungsstufen durch; die Höhe des Körpers vermindert sich, die Augen werden etwas kleiner, die Zähne der Larvenzeit verschwinden, der Darm verkürzt sich, es erscheinen an der Schwanzspitze die ersten Spuren von Farbstoff. Es lassen sich im ganzen etwa sechs Stufen der Verwandlung unterscheiden, von denen die letzte erst den schon lebhaft dunkel gefärbten jungen Aal der Montée darstellt.

Das Gebiet, in dem Aallarven anzutreffen sind, ist so groß, daß es enorme Mengen davon

*) Correspondance intern. pour l'explorat. de la mer, IX (1908).

beherbergen kann, und die Ergiebigkeit des Fanges läßt ebenso wie die riesigen Massen der Montée-Aale keinen Zweifel daran, daß diese Mengen auch tatsächlich dort vorhanden sind. Das an den deutschen Küsten ganz unbekannte Stadium fünf der Aalentwicklung, das man als Glasaal bezeichnen kann, tritt an den westeuropäischen Küsten regelmäßig in äußerst zahlreichen Scharen in den Flußmündungen auf und bildet an vielen Orten den Gegenstand einer erheblichen Fischerei, da die Glasaale äußerst wohlschmeckend sind. Sobald Anfang Mai der Übergang in das sechste Stadium, das die auch an den deutschen Küsten bekannte Montée darstellt, erfolgt, werden die Aale ungenießbar. Die Ostsee scheint von den Aalen bei der Rückwanderung überhaupt erst in letzterem Stadium betreten zu werden.

In physiologischer Beziehung verhalten sich die Aallarven durchaus wie die Larven anderer



Leuchtender Flachwasserfisch (Photoblepharon palpebratus Bodd.); das Leuchtorgan liegt am unteren Augenring.

Tiere, z. B. der Insekten. Auch beim Aal folgt auf eine Periode intensiver Nahrungsaufnahme eine längere, fast ein volles Jahr währende Hungerzeit, in der die aufgespeicherten Nährstoffe lediglich zur Durchführung des Verwandlungsprozesses gebraucht werden, und zwar ist bei der jüngsten Aallarve, die man kennt, die Freßperiode schon vorüber. Bei all den vielen Larven und verschiedenen Verwandlungsstufen des Aales, die beobachtet wurden, sind niemals irgend welche Spuren aufgenommener Nahrung entdeckt worden. Es liegt also nahe, daß die jüngsten Aale die Freßperiode in den tieferen Wasserschichten durchgemacht haben und ebenda auch geboren sind. Sie werden aus Eiern stammen, die sich in jenen Wasserschichten schwebend zu erhalten vermögen, was von den Eiern des Meeraales oder Conger schon mit einer fast an Gewißheit grenzenden Wahrscheinlichkeit festgestellt ist.

Merkwürdig, nun aber leicht erklärlich sind die bei dem geschlechtsreifen Aal mächtig vergrößerten Augen, die einen Durchmesser von 9 bis 10 Millimetern erreichen; schon der Silber- oder Wanderaal hat einen etwas größeren Augendurchmesser. Diese großen Augen sind ein Hinweis darauf, daß das Tier sich zum Leben in der Tiefsee rüstet, da das große Auge für den Bewohner der Tiefe von besonderer Bedeutung ist und fast alle Tiefseefische durch den Besitz solcher Augen charakterisiert sind.

Somit sind also die ozeanischen Tiefen von 1000 Metern und darüber die eigentliche Heimat des Flußaals, wie ja auch alle seine Verwandten Tiefseefische sind. Wenn auch noch einige Punkte in der Lebensgeschichte des Aals der Aufklärung bedürfen, so muß doch die Ansicht, daß der Aal sich auch im Süßwasser fortzupflanzen vermöge, aufgegeben werden.

Die Frage, wie lange der Flußaal im Süßwasser verbleibe, ist von R. J. Gemzöe*) ziemlich sicher gelöst, indem das Alter der jüngeren Jahrgänge nach ihrer Größe und Dicke, das der älteren nach den Jahresringen der kleinen, in die Haut eingebetteten Schuppenrudimente bestimmt wurde. Auf diese Weise ergab sich, daß Männchen $4^1/_2$ bis $8^1/_2$ Jahre, in der Mehrzahl $5^1/_2$ bis $6^1/_2$ Jahre im Süßwasser zu verweilen pflegen, während die Weibchen ihre Auswanderung durchschnittlich etwa 2 Jahre später beginnen.

Zu den Organen, die Tiefseetieren das Leben in der Finsternis erleichtern, gehören außer den Riesenaugen die Leuchtorgane. Während man solche auch bei Fischen bisher nur aus der Tiefsee kannte, sind bei den Molukken zwei im flachen Wasser lebende Fische mit solchen ausgestattet. Der eine, ein Photoblepharon, lebt am Grunde zwischen Steinen, der zweite, Heterophthalmus katoptron, gegen 30 Zentimeter lang, mehr im freien Wasser. Die bohnenförmigen Leuchtorgane liegen bei beiden in tiefer Grube am unteren Teile des Augenringes. Das von ihnen ausgestrahlte Licht ist grünlichweiß und nach der Beschreibung von Dr. Steche, der die Tiere näher zu beobachten Gelegenheit fand, so stark, daß er nach Gewöhnung des Auges an die Dunkelheit noch in 2 Metern Entfernung deutlich die Uhr dabei erkennen konnte (etwa 0·0024 Normalkerze).**) Die Tiere benützen das Tag und Nacht völlig konstante Licht als Scheinwerfer und locken damit kleine Krebse, Würmer und ähnliche Nahrungstiere an. Die Fischer auf Banda schneiden die Leuchtorgane heraus und benützen sie als Köder an ihren Angelhaken. Die außerhalb der Bai im tiefen Wasser damit geköderten großen Fische werden offenbar durch den bei Photoblepharon die ganze Nacht anhaltenden Lichtschein angelockt.

Zum Schlusse dieses Abschnittes sei noch über eines der wichtigsten Organe der Fische, die Schwimmblase, kurz berichtet.

Die Streitfrage, woher die Luft in den Schwimmblasen stamme, ob sie aus dem Blute an die Lufträume abgegeben wird oder von außen her in diese hineingelangt, hat Dr. O. Thilo für die karpfenartigen Fische durch das Experiment zu lösen versucht.***) Er durchtrennte bei einem Schlei alle Blutadern der Schwimmblase, entleerte die Luft beider Blasen bis auf unbedeutende Reste und fand nach 30 Stunden die Blasen wieder prall mit Luft gefüllt. Im luftverdünnten Raume entleerte Schwimmblasen zeigten sich schon nach fünf Stunden wieder prall gefüllt,

*) Nat. Rundsch. XXIII, Nr. 41.

**) Verh. d. Deutsch. Zool. Gesellsch., 17. Jahresvers. Leipzig.

***) Zool. Anzeiger, XXX.

was so schnell nicht mittels des wenigen, sehr langsam strömenden Blutes bewirkt sein kann. Die Schwimmblase enthält oft große Mengen Stickstoffgas (60 bis 80 Prozent). Diese Mengen können unmöglich aus dem Blute stammen, da das Blut der Wirbeltiere Stickstoffgas nur in Spuren enthält. Man kann nach dem Gesagten wohl annehmen, daß nicht nur die karpfenartigen, sondern auch alle übrigen Fische, die einen deutlich nachweisbaren Luftgang besitzen, ihre Blase durch diesen Gang füllen.

An den Schwimmblasen mehrerer Fischarten (Clupeiden, Charaziniden, Cyprinoiden, Gymnotiden, Siluroiden) findet man Vorrichtungen, die im wesentlichen ebenso gebaut sind wie die Dampfdruckmesser unserer Dampfkessel, die Manometer. Sie dienen nach den langjährigen Forschungen Dr. O. Thilos dazu, das Sprengen der Blasen zu verhüten.*) Es sind die von E. Weber seinerzeit als Gehörorgane gedeuteten Weberschen Knöchelchen. Man findet sie nur an solchen Blasen, die ganz besonders prall mit Luft gefüllt sind und häufigen, sehr bedeutenden Druckschwankungen ausgesetzt werden, wie z. B. beim Karpfen. Wenn diese Fische mit ihren prall gefüllten Luftblasen sich der Wasserfläche nur um 10 Meter nähern, so verringert sich der Wasserdruck schon um eine Atmosphäre; und dies würde die Blasen unbedingt zum Platzen bringen, wenn die Fische nicht die Möglichkeit hätten, sie durch Sicherheitsventile zu entlasten.

Solche Ventile fehlen nur bei jenen schlaffen Schwimmblasen, die wenig Luft enthalten (Barsch, Quappe u. a.); vorhanden sind sie dagegen schon an allen mäßig gefüllten Blasen mit deutlichen Luftgängen (Hecht, Lachs). Fische aber mit so prall gefüllten Blasen wie die Karpfen haben neben den Sicherheitsventilen noch Luftdruckmesser; denn sie nützen die Widerstandsfähigkeit ihrer Blasen in sehr hohem Maße aus. Für das Spezielle im Mechanismus dieser Ventile muß auf die Arbeit selbst verwiesen werden.

Eine Ergänzung und Bestätigung dieser Neudeutung der Weberschen Knöchelchen bringen die Untersuchungen S. Baglionis zur Physiologie der Schwimmblase der Fische.**) Der Verfasser ist der Ansicht, daß für den Fisch infolge des Füllungszustandes seiner Blase eine gewisse Wasserschicht der angemessenste Aufenthalt sei, in dem er sich mit einem Mindestmaß von Muskelkraftaufwand zu erhalten vermöge. Daneben und unbeschadet ihrer hydrostatischen Funktion ist ihm die Schwimmblase auch ein Sinnesorgan, das im Falle übermäßigen aktiven oder passiven Tiefenwechsels seitens des Tieres auf nervösem Wege Reflexbewegungen auslöst, die zweckmäßig sind und den Fisch wieder in die geeignete Tiefe zurückbefördern.

Zahllose Nervenendapparate in der Wand der Schwimmblasen sprechen zu Gunsten der Annahme, daß sie ein sensorisches Organ sei, und ein noch stärkerer Beweis dafür liegt in der innigen Beziehung der Blase zu den Weberschen Knöchelchen, von denen schon Hasse die Vermutung ausgesprochen hatte, daß diese Verknüpfungen dazu dienten, um das Gehirn des Fisches von dem jeweiligen Füllungszustande der Schwimmblase zu benachrichtigen. Das Gehirn kann dann mittels der Knöchelchen, die zugleich Manometer sind, die Regulierung des Luftdruckes in den Schwimmblasen veranlassen.

*) Zoolog. Anzeiger, XXXII, Nr. 26.
**) Zeitschr. f. allg. Physiol., VIII. (1908), S. 1.

Hinsichtlich der Füllung der Schwimmblase beziehungsweise der Erneuerung der Luft in ihr stimmen Thilo und Baglioni nicht überein, wie letzterer auch entgegen einer oben angeführten Angabe Thilos festgestellt haben will, daß der Fisch seine Schwimmblase nur mit reinem O_2 (gewöhnlichem inaktiven Sauerstoff) füllt und daher auch nur diesen zu resorbieren befähigt ist. Hier hat also die Forschung noch nicht das letzte Wort gesprochen.

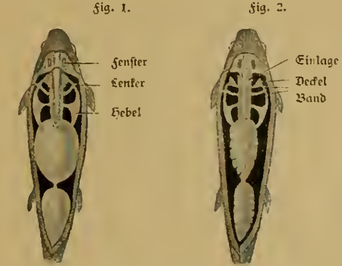


Fig. 1. Karpfen. Blasen gespannt, Deckel geschlossen. Wirbelkanal von oben her eröffnet. Fig. 2. Blasen schlaff, Deckel offen.

Aus der Insektenwelt.

Die Fülle der Arbeiten auf dem Gebiete der Entomologie ist so gewaltig, daß diesmal nur einige wenige Stoffe herausgegriffen und kurz beleuchtet werden können. Sie beschäftigen sich fast sämtlich mit dem sexuellen Problem in der Insektenwelt.

Unter dem Titel „Wanderungen der Lepidopteren" faßt Julius Stephan eine Anzahl Arbeiten zusammen, die den Tatsachen und Gründen dieser interessanten Erscheinungen nachgehen.*) Die Massenwanderungen von Faltern, die in möglichster Vollständigkeit aufgezählt werden, führt Stephan auf den Drang nach Ausbreitung der Art, auf Übervölkerung und das Bedürfnis nach Aufsuchen neuer Brutplätze zurück. Für manche Falterzüge, besonders für Massenflüge lokaler Natur, mögen gewisse, noch nicht aufgeklärte geschlechtliche Anlässe den Antrieb bilden. Das Nahrungsbedürfnis der Schmetterlinge dagegen, das so gering ist, dürfte kaum zum Wandern treiben; in manchen Fällen, die uns unerklärlich scheinen, mögen auch unbekannte meteorologische Einwirkungen, Spannungen und elektromagnetische Vorgänge in der Atmosphäre die Wanderzüge der Insekten bedingen.

Dagegen werden Raupenwanderungen sicher ausschließlich durch das Aufsuchen von Nahrung bedingt; ohne langes Zaudern steuern die Züge meist geradewegs auf die nächste Nahrungs-

*) Natur und Offenbarung, Bd. 53 und 54.

quelle los, so daß das Witterungsvermögen der Raupen geradezu enorm genannt werden muß.

Massenausflüge von Schmetterlingen auf beschränktem Gebiete empfangen oft ihren Anstoß von massenhaftem Auftreten der Tiere an einer engbegrenzten bestimmten Örtlichkeit, wofür Stephan eine Anzahl sehr interessanter Beispiele aufführt. Ferner beleuchtet er die Einzelwanderungen von Faltern. Es gibt unter ihnen ausgesprochene Touristenarten, gewöhnlich solche, die eine große Verbreitung haben. Es ließen sich aus diesem Abschnitte manche Belege für die Hypothese der neuen Tertiärzeit erbringen. Ein weiterer Artikel



Schwammspinner; oben: Männchen, Mitte: Hermaphrodit, unten: Weibchen

beschäftigt sich unter Anführung zahlloser Beispiele mit der Erscheinung des passiven Wanderns bei Lepidopteren, bei dem der Mensch als bewußter oder unfreiwilliger Verbreiter eine große Rolle spielt.

Eine merkwürdige Erscheinung, die gerade bei den Schmetterlingen sehr häufig auftritt, den Hermaphroditismus oder das Auftreten männlicher und weiblicher Charaktere an einem und demselben Tiere, beschreibt G. Hartmann bei einem Schwammspinner (Liparis dispar).*) Der Zwitter ist an den Flügeln der linken Seite nach Größe, Gestalt, Färbung und Zeichnung durchaus männlich, an der rechten Hälfte ebenso ausgesprochen weiblich. Sogar die beiden Fühler sind in derselben Weise verteilt, links ein männlicher Kamm-, rechts ein weiblicher Fadenfühler.

Eine neue, nach seiner Ansicht endgültige Erklärung der Proterandrie bei Insekten gibt Reinhard Demoll.**) Das Erscheinen der Männchen vor den Weibchen ist bei den Insekten eine allgemein bekannte Tatsache, die am schärfsten bei den Apiden (Bienenartigen) hervortritt, wo der Unterschied zwischen dem Ausschlüpfen der beiden Geschlechter eine bis vier Wochen beträgt. Bisher hatte man hiefür besonders zwei Erklärungsversuche. Müller nahm an, daß es infolge der Proterandrie den Männchen, die an den Begattungsakt am besten angepaßt sind, zuerst gelingt, ein Weibchen zu befruchten, und daß dieses dann, da es mehr Zeit zur Verfügung hat als ein später befruchtetes, mehr Nachkommen hinterläßt, wodurch dann immer wieder die bestangepaßten Männchen ins Übergewicht kommen. Petersen dagegen vertritt die Ansicht, daß durch die Proterandrie, weil innerhalb derselben Brut das eine Geschlecht früher erscheine als das andere, am erfolgreichsten die engere Inzucht verhindert werde.

Demoll weist das Unzureichende beziehungsweise Verfehlte dieser Deutungsversuche des früheren Ausschlüpfens der Insektenmännchen nach und stellt eine neue Erklärung auf. Er weist zunächst darauf hin, daß dem Erscheinen der Männchen mehrere Wochen vor den Weibchen eine große Bedeutung innewohnen müsse, wie aus dem Erscheinen der Schmarotzerbienen zu ersehen sei. Dieses sei so geregelt, daß sie stets erst nach ihren Wirtsbienen ausschlüpfen, so daß sie diese schon mit dem Zellenbau beschäftigt finden und daher sofort an ihre Aufgabe, das Einschmuggeln der Eier, gehen können. Daraus sei zu entnehmen, daß jedes zu frühe Erscheinen dieser Schmarotzer ihnen schädlich sei, negativen Selektionswert besitze, da andernfalls eine Anpassung an die Lebensführung des Wirtes sich niemals so genau hätte ausbilden können. Hat aber hier jeder Tag, den die Imago (das fertige Insekt) früher als nötig ihre schützende Hülle verläßt, Selektionswert oder Bedeutung für die Auslese, so müsse dies in gleicher Weise für die Männchen der übrigen Bienen gelten.

Noch ein anderes Moment rückt die Wichtigkeit der Proterandrie deutlich vor Augen. Sie wird nämlich innerhalb der Gruppe der Einsiedlerbienen zweimal auf ganz verschiedene Weise erreicht. Einmal durch einen schnellen Abschluß der Entwicklung der Männchen. Das ist bei all denen der Fall, die sich nach dem Ausschlüpfen gleich begatten, mögen sie nun im Herbst oder im Frühjahr die Zelle verlassen. Ferner kann aber eine (falsche) Proterandrie auch dadurch zu stande kommen, daß die im Herbste ausschlüpfenden Männchen und Weibchen zunächst ihr Winterquartier aufsuchen, welches nun im Frühjahr von den Männchen zuerst verlassen wird. Erst wenn dann auch die Weibchen erscheinen, findet die Paarung statt.

Die hohe Bedeutung der Proterandrie besteht nun nach Demoll darin, daß die Männchen in der Zeit bis zur Begattung eine Auslese in bezug auf ihre Imaginalcharaktere, ihre Eigentümlichkeiten als fertige Insekten, erfahren. Diese Auslese wird um so energischer stattfinden, je länger die Begattung durch frühes Erscheinen der Männchen hinausgeschoben wird. Nun vererben, wie H. Müller insbesondere für die Bienen nachgewiesen hat, sich Eigentümlichkeiten, die das eine Geschlecht durch natürliche Auslese erworben hat, abgeschwächt, bisweilen jedoch auch völlig ausgeprägt auch auf das andere Geschlecht, selbst wenn sie

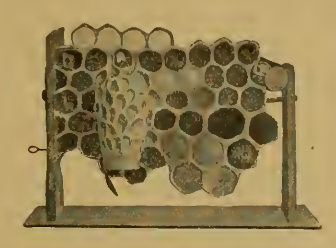
*) Die Umschau XII, Nr. 43.
**) Zoolog. Jahrbücher, Bd. 26 (1908), Heft 7.

diesem völlig nutzlos sind. So können sich natürlich auch vom Männchen erworbene Verkümmerungen und Entartungen, z. B. hinsichtlich der Mundteile, auf das Weibchen übertragen, selbst wenn sie diesem schädlich sind, und es müßte eine viel schärfere Auslese bei den Weibchen einsetzen, um deren Mundteile auf der erworbenen Höhe weiterzuerhalten. Eine solche Verkümmerung der Mundteile beim Männchen wird aber durch die Proterandrie, die das Männchen bis zur Paarungszeit zu fressen zwingt, verhindert. Ein Beleg dafür ist bei den Schmarotzerbienen zu finden. Hier haben weder Männchen noch Weibchen ihre teilweise sehr hochentwickelten Mundteile nötig, die infolgedessen verkümmern können und auch tatsächlich einen geringeren oder höheren Grad von Verkümmerung und Entartung bereits aufweisen. Hand in Hand damit geht aber auch eine Rückbildung und ein allmähliches Verschwinden der Proterandrie bei diesen Bienen. Bei den Schmetterlingen finden sich ähnliche Verhältnisse, obwohl die Proterandrie bei ihnen nie so extrem ausgebildet ist wie bei den Bienengattungen. Bei Formen mit sehr entwickelten Mundteilen fliegen die Männchen mitunter wochenlang, bevor die Weibchen erscheinen, während Formen, die weniger entwickelte Mundteile besitzen, ihr ganzes Dasein als vollkommenes Insekt oft mit dem Begattungsakt ausfüllen.

So kommt Demoll zu dem Schlusse, daß durch die Proterandrie die Männchen einer Auslese unterworfen werden, indem die mit besseren Mundteilen versehenen sich auch besser zu ernähren vermögen und ein guter Ernährungszustand mehrere Wochen hindurch einen sehr wesentlichen Einfluß im Kampfe um die Weibchen ausüben wird. Die letzte Entstehungsursache der Proterandrie ist aber nicht darin zu suchen, daß die Männchen möglichst gebrauchstüchtige Mundteile besitzen müssen, sondern darin, daß die in dieser Hinsicht am weitesten fortgeschrittenen Männchen eher und mehr Nachkommen hinterlassen, und daß dadurch auch die Mundteile der Weibchen durch den väterlichen Erbanteil keine Verschlechterung, sondern eine Verbesserung erfahren.

Zu den rätselhaftesten Erscheinungen in der Insektenwelt gehören die geschlechtsbestimmenden Ursachen bei der Biene. Schon zwei Generationen von Forschern erörtern die Frage, ob die Befruchtung der Eier der Königin von Einfluß auf die Bestimmung des Geschlechtes (Drohne, Königin, geschlechtslose Arbeiterin) sei, ob die Königin je nach der Form der zu belegenden Zelle befruchtete oder unbefruchtete Eier ablege, ob speziell die Drohnen aus befruchteten Eiern herhervorgehen oder nicht. Zu den vielen vorhandenen Theorien ist neuerdings eine weitere, von Dr. E. Breßlau aufgestellte*) getreten, die sich hauptsächlich gegen die Annahme Dickels richtet, wonach den Arbeiterinnen, geleitet durch die Triebzustände des Volkes, die Entscheidung über das Geschlecht der Brut zustehe und wonach die Drohneneier normaler Königinnen befruchtet sind (s. Näheres darüber Jahrb. II, S. 190).

Nach Dr. Breßlaus Versuchen wäre — bis auf weiteres — folgendes als erwiesen anzusehen: Den Arbeiterinnen steht die Entscheidung über das Geschlecht der aufzuziehenden Brut nicht zu; wohl





Modell einer Wabe mit den drei Zellenarten; Arbeitsbiene, Königin und Drohne.

aber haben sie, geleitet von den Triebzuständen des Volkes, es in der Hand, von den vorhandenen Eiern nur die aufzuziehen, die jeweils für das Bienenvolk von Nutzen sind. Ferner sind die Drohneneier einer befruchteten und einer unbegatteten Königin nicht prinzipiell verschieden, ein Umstand, welcher der Theorie von dem gänzlichen Unbefruchtetsein der Drohneneier eine neue Stütze gibt. Mithin stehen nun der Hauptsache nach wieder zwei Theorien einander gegenüber: die sogenannte Präformationslehre, die besagt, daß die Befruchtung der Eier keinen Einfluß auf die Bestimmung ihres Geschlechtes hat (s. Jahrb. II, S. 188), und die alte Lehre Dzierzons, nach der die befruchteten Eier Arbeiterinnen und Königinnen, die unbefruchteten Drohnen ergeben. Welche von beiden Sieger bleiben wird, kann wohl kaum zweifelhaft sein.

*) Zool. Anzeiger, Bd. 32 (1908).

Der Mensch.

(Urgeschichte, Anthropologie.)

Aus Schwabens Urzeit. * Alter und Herkunft des Menschen. * Höhlenkunst. * Die Australrasse.

Aus Schwabens Urzeit.

In die Urzeit Schwabens führt uns ein Bericht von Rob. Rud. Schmidt über die neuen paläolithischen Kulturstätten der Schwäbischen Alb.*) Der Verfasser stellt sich darin die dankenswerte Aufgabe, die alten steinzeitlichen Funde aus Süddeutschland in Beziehung zu den diluvialen Kulturkreisen Frankreichs zu setzen (s. Jahrb. IV, S. 263; Jahrb. II, S. 278; Jahrb. III, S. 244).

Von größter Bedeutung für die Diluvialarchäologie ist die Sirgensteinhöhle im schwäbischen Achtale unweit Ulms. Der Sirgenstein, 565 Meter über dem Meere und 55 Meter über der Talsohle gelegen, wölbt seine gewaltige Felswand schützend über eine breite Terrasse; mitten unter ihrem Dache öffnet sich nach Süden „der weite Mund, durch den man zur Höhle in des Berges Bauch schreitet". Gewiß, wenn irgend eine Höhle zur Wohnung tauglich ist, so diese, sagte schon Quenstedt.

Daß sie dementsprechende Würdigung schon bei den Urbewohnern der Alb fand, beweist die Kulturablagerung, die sich vom Höhleninnern bis über die ganze Terrasse fortzieht und eine Dicke von 1·55 Metern besitzt. In sie eingeschaltet sind zwei Nagetierschichten, welche die Reste der im Umkreise des Pols wohnenden Kleinsäugetiere enthalten. Diese kamen mit der Eiszeit so weit nach Süden. Mit der Einwanderung der nordischen Nagetierwelt wechselt zugleich die natürliche Beschaffenheit der Kulturböden, und auch ein ausschlaggebender Wechsel der Steinindustrie vollzieht sich mit dem geologisch-faunistischen Wechsel. So kann man eine untere, mittlere und obere Kulturschicht unterscheiden, innerhalb derer sich nicht weniger als 19 größere Säuger nach ihren Überresten unterscheiden lassen, darunter Mammut, Nashorn, Pferd, Halbesel, Renntier, Riesenhirsch und Edelhirsch, Bison, Höhlenbär und brauner Bär, Höhlenhyäne, Wolf, Fuchs und Schakal, eine Hasenart, die Saigaantilope, der Steinbock u. a. Manche kommen in allen drei Schichten vor, andere sind auf eine oder zwei von ihnen beschränkt.

In die untere Kulturschicht, Epoque Moustérien, fällt die Blütezeit des Höhlenbären. Nächst ihm sind Mammut und Wildpferd am zahlreichsten. Mit der Einwanderung des Höhlenbären erscheint auch der Mensch auf dem Schauplatze. Seine Steinmanufaktur ist diejenige des jüngeren Moustérien, jener Phase, die unmittelbar dem Aurignacien vorangeht, oder (nach Rutots Einteilung der älteren Steinzeit) die älteste Phase des Aurignacien.

*) Archiv f. Anthropologie, Bd. VII (1908), Heft 1.

Er kam schon mit einiger Geschicklichkeit in der Bearbeitung des Steinmaterials, denn die Handspitzen, die Hauptmasse des reichen Inventars, zeigen mit dem Ausgange der unteren Kulturschicht bereits eine sorgfältige Bearbeitung. Sie sind die eigentlichen Universalinstrumente des Paläolithikers dieser Schicht. Mit den Handspitzen zugleich erscheint der Hohlschaber des Moustérien, ferner ein auf beiden Flächen bearbeiteter Schaber, der noch an die alte Technik der Chelles- und St. Acheul-Leute anklingt. Unter den zahlreichen kurzen Eclats mit ihrer dicken Schlagmarke steht die Technik der großen breiten Klingen als eine jüngere Erscheinung; sie bilden das Fundament der künftigen Industrie. Vereinzelt kommen Bohrer vor. Unmittelbar unter der unteren Nagetierschicht lagerte eine Reihe von typischen Kratzern. Mit diesen setzt die primitive Bearbeitung der organischen Substanz ein. Vor allem wußte der Mensch der unteren Kulturschicht sich die Bärenkiefer und zahlreichen Zähne nutzbar zu machen. Das Inventar der Leute dieser Moustierschicht enthielt über 1500 bearbeitete Stücke. Ihre Herdfeuer, hauptsächlich von den fettigen Knochen der diluvialen Dickhänter unterhalten, zogen sich vom Innern der Höhle vereinzelt über die ganze Terrasse.

Gegen Ende dieser Kulturphase macht sich ein Klimawechsel bemerkbar, für uns erkennbar an den Wanderscharen der polumwohnenden Feldmäuse und Lemminge, die im Süden Deutschlands ein gastliches Gebiet finden. Wie sich die nordische Flechtensteppe, die Tundra, allmählich ausbreitet, erscheinen Renntier und Eisfuchs, Schneehase, Alpenschneehuhn und Moorschneehuhn häufiger. Die anpassungsfähige Tierwelt der großen Säuger verändert sich nur wenig. Noch immer herrscht in den Albhöhlen der Höhlenbär vor und die reichere Anwesenheit des Mammuts und des Wildpferdes läßt auf die Blütezeit dieser Arten schließen.

Zugleich mit dem Klimawechsel dringt eine neue Kulturwelle herein, die Blüteperiode der älteren Steinzeit, die Epoche einer ausgeprägten Formgebung und Bearbeitung in der Steinindustrie. Die neue Kultur schreitet so intensiv fort, daß auch die Typen der Waffen und Werkzeuge jetzt schneller wechseln, so daß sich innerhalb der mittleren Kulturschicht zwei größere archäologische Abstufungen ergaben: eine untere Aurignacien- und eine obere Solutréenstufe.

Die untere Hälfte der mittleren Kulturschicht, das Aurignacien, hält zunächst noch stark am Alten fest und kennzeichnet sich anfangs vor allem durch seinen Reichtum an den alten Moustierformen. Neben diesen gewinnt aber der neue „Stil" an Verbreitung, der zunächst auf sorgfältigerer Bearbeitung der großen Klingen beruht. Deren Enden werden fleißig gerundet, so

daß der große, breite Doppelschaber entsteht. Breite Blätter, primitive Grabstichel und rohe Absplisse, die noch an die Moustierhandspitzen erinnern, charakterisieren die Schicht. Die zahlreichen Schaber, zum Teil in verfeinerter Form, und Messer mit Nutzbuchten, das Leitfossil des Aurignacien im Westen, werden auch hier zur typischen Erscheinung. Bald darauf aber folgt eine feinere Technik, bisweilen mit einem wie zur Aufnahme eines Heftes zugerichteten Ende des Artefakts. Kielförmige Schaber, typische Meißel, Kernschaber, seitlich zugespitzte Messer erscheinen. Im Aurignacien beginnen auch die Arbeiten in Knochen und Elfenbein eine größere Rolle zu spielen, so daß wir allen charakteristischen Merkmalen wiederbegegnen, welche die Kulturepoche des Aurignacien im Westen kennzeichnen. In ihren besten Erzeugnissen gibt sich ein deutliches Streben nach Symmetrie, nach einem gewissen Formideal kund. Zur Ausbildung einer Kleinplastik wie in dem begünstigteren Frankreich kam es allerdings hier nicht.

In der oberen Hälfte der mittleren Kulturschicht, dem Solutréen, zeigen sich längliche schmale Messer, kurze Schaber, überhaupt ein kleineres Format der Steinware. Der Doppelschaber, nun schmäler und kürzer, erhält nur noch flüchtig abgerundete Enden, die Retuschen der Schneiden sind minder sorgfältig als im Aurignacien; mehr Interesse wird dem Spitzschaber geschenkt. Auch andere neue Werkzeugformen lassen sich feststellen. Interessant ist der Hausrat aus organischer Substanz, zumeist aus Elfenbein. Er besteht hauptsächlich aus zylindrisch zugespitzten Wurfspeerspitzen, Glättwerkzeugen, Pfriemen, Nadeln. Eine doppelt durchbohrte Elfenbeinperle war wohl das Verbindungsstück eines Schmuckes, die Renntierpfeifen sind außer in der untersten (Moustérien) in allen Kulturschichten vertreten. Auch der schwäbische Gagat fehlt nur in der untersten Schicht, während der Rötel, der älteste Bestandteil der paläolithischen Toilette, überall zu Hause ist. Die Herdstellen der Solutréenleute sind nur vereinzelt und zeugen von kürzerem Verweilen, während die Kulturträger des Aurignacien einige Zentimeter über der unteren Nagetierschicht eine mächtige Brandschicht zurückließen. Über dieser fanden sich auch einige Zähne des Aurignacienmenschen. Annähernd 2000 Artefakte enthielt die mittlere Kulturschicht.

Eine abermalige Klimaschwankung bewirkte ein erneutes Hereinbrechen der nordischen Tundragäste. Aber innerhalb der oberen Nagetierschicht weicht die Tundrafauna allmählich den Vertretern der Steppe, an Stelle des Lemmings tritt der Zwergpfeifhase. In dieser oberen Kulturschicht, dem Magdalénien, wird der Höhlenbär seltener, das Ren etwas häufiger. Zu diesem gesellt sich der braune Bär, der Edelhirsch, das Birkhuhn u. a., die bereits eine größere Ausdehnung des Waldes verkünden. Erst an zweiter Stelle stehen Mammut und wollhaariges Nashorn, Bison und Steinbock.

Der klimatische Wechsel und der Wechsel der Fauna zieht eine Wandlung der paläolithischen Industrie nach sich, so daß die obere Kulturschicht auch archäologisch deutlich gesondert erscheint. Manche Werkzeugformen, z. B. die blattförmige Spitze, der ovale Schaber u. a., scheiden völlig aus, der Trieb zu einer feineren Technik hat einer größeren Berücksichtigung der mikrolithischen (aus kleinen Steinsplittern gearbeiteten) Ware Platz gemacht. Häufig erscheint der einfache Grabstichel der Magdalénienperiode. Unter den Knochenwerkzeugen finden sich Wurfspeerspitzen, dünne Elfenbeinspitzen, grobe Glättwerkzeuge, aber noch keine Harpunen. Die reine Renntierzeit mit Harpunen, wie sie an der Schussenquelle auftritt, wurde hier nicht mehr erreicht (s. Jahrb. III, S. 239). Die obere Kulturschicht enthielt über 1000 Steinwerkzeuge.

Im Sirgenstein begegnet uns auf mitteleuropäischem Gebiete zum erstenmal der Aufbau der jungdiluvialen Kulturepochen von Moustérien bis zum Magdalénien. Schritt für Schritt läßt sich die Entwicklung der einzelnen Kulturstadien verfolgen. Nachsuchungen an älteren Ausgrabungsstellen und einige neue Ausgrabungen am Fuße der Schwäbischen Alb haben diese Ergebnisse Schmidts bestätigt.

Die Kulturstätten Mitteleuropas, auf dem schmalen Landstreifen zwischen dem nordischen Inlandeise und den Alpengletschern, wurden von allen Regungen der Eiszeiterscheinungen weit mehr in Mitleidenschaft gezogen als diejenigen des Westens, Belgiens und Frankreichs. Erst mit dem Eintritte des letzten Glazials scheint sich der Mensch nach dem Süden Deutschlands auszubreiten. Von jener Zeit an sehen wir zum erstenmal die Höhengebiete Süddeutschlands bewohnt, die stets nur die kälteliebende Fauna, wie Mammut, wollhaariges Nashorn und Renntier, beherbergen. Nach der langen Stabilität der Industrie des Chelléen-Moustérien Frankreichs und Belgiens gelangt das Handwerk zu einer schnelleren Entwicklung. Dem Höhlenmoustérien folgt unmittelbar die Epoche einer ausgeprägteren Formengebung, das Aurignacien und Solutréen. Die kulturelle Entwicklung geht ununterbrochen fort, auch während Ablagerung der beiden Nagetierschichten, welche Vorstößen oder Oszillationen des letzten Glazials ihren Ursprung verdanken. Die Annahme einer jemaligen Eiszeit, welche die Kultur gewalttätig abbrach, und einer milden Interglazialsonne, die eine neue Kultur zum Keimen brachte, findet hier keine Bestätigung. Die faunistischen und archäologischen Befunde sprechen für eine ununterbrochene Entwicklung.

So sehen wir den Paläolithiker der Schwäbischen Alb den gleichen Entwicklungsweg zurücklegen, wie seine Brüder in Ost und West. Die gleichen Werkzeugtypen verbreiten sich längs der großen Verkehrsadern von Westen aus über Mittel- und Osteuropa. Wie der Fund einer durchlochten Mittelmeermuschel auf der kleinen Herdstelle am Napoleonskopfe bei Niedernau beweist, bestand sogar schon ein gewisser Tauschhandel und eine Handelsstraße, die über Schweizersbild bei Schaffhausen nach Westen führte.

Manchem Leser mögen die Berichte über jeden an sich geringfügigen Fund von Knochen und Geräten aus vorgeschichtlicher Zeit in den anthropo-

logischen Zeitschriften übertrieben und unnötig erscheinen. Demgegenüber weist Dr. Paul Bartels an einem besonderen Falle die Wichtigkeit der Aufbewahrung auch der scheinbar geringfügigsten Knochenfunde nach, indem er aus einem derartigen Funde die Existenz von Tuberkulose (und zwar in der Form von Wirbelkaries) schon in der jüngeren Steinzeit nachweist.*)



Skelett aus der jüngeren Steinzeit mit Merkmalen der Tuberkulose.

Es handelt sich um ein Männerskelett aus einer Grabstätte in Heidelberg, dessen genauere Datierung innerhalb der neolithischen Epoche allerdings nicht möglich ist. Der Erhaltungszustand des Skeletts ist ein verhältnismäßig recht guter und berechtigt zu dem Schlusse, daß der etwa in der zweiten Hälfte der Zwanziger Verstorbene wahrscheinlich weder Knochenbrüche noch Gelenkerkrankungen erlitten hat. Dagegen zeigen sich im Bereiche des dritten bis vierten Brustwirbels pathologische Veränderungen, deren Entstehung nach Dr. Bartels nicht auf eine Verletzung, etwa einen Stich, Pfeilschuß, Speerwurf und ähnliches mit daraus folgender örtlicher Entzündung, Infektion und Eiterung zurückzuführen ist, sondern nur durch eine Spondylitis tuberculosa, chronische Entzündung der Wirbelkörper infolge von Tuberkulose, zu erklären ist.

Das Interessante an diesem Falle ist nach Dr. Bartels nicht in erster Linie die Tatsache, daß eine Erkrankung der Wirbelsäule bestanden hat, sondern sein verhältnismäßig hohes Alter, seine Zugehörigkeit zur Periode der jüngeren Steinzeit. Was immer die Ursache der Erkrankung gewesen sein mag: in jedem Falle läßt die Tatsache, daß es zu einer Ausheilung gekommen ist, den Schluß zu, daß der Kranke eine monatelange Pflege genossen haben muß. Das stimmt ja auch sonst zu dem Bilde der Menschen der jüngeren Steinzeit; ihre Pietät gegen die Toten kennen wir aus den sorgfältigen Bestattungsanlagen; dieser Fall und der Brauch der Trepanation oder Schädeloperation, falls man darin eine therapeutische Maßregel sehen darf, zeigen, daß sie auch Pietät gegen die Kranken geübt haben. Ist ferner, wie Dr. Bartels wenigstens glauben möchte, Tuberkulose die Ursache dieser Erkrankung der Wirbelsäule gewesen, so dürfte es sich wohl um den ältesten aus unserem Vaterlande bekannten Fall dieser Volksseuche handeln, vielleicht um den ältesten bekannten überhaupt.

*) Archiv für Anthropologie, Bd. VI (1907), Heft 4.

In feuchten Höhlen wohnende Tiere und Menschen werden oft von der sogenannten Höhlengicht befallen, und es fehlt nicht an Beweisen, daß nicht nur der Höhlenbär an der Gicht litt, sondern daß auch Scheffel ganz recht unterrichtet war, wenn er singt, daß

> Der Ureuropäer Geschichte
> Mit Rheuma und Zahnweh beginnt.

Zeugnisse dafür hat Dr. Gorjanović-Kramberger*) bei seinen Untersuchungen der Reste des Urmenschen von Krapina hinreichend gefunden. Als Folgeerscheinungen der Höhlengicht betrachtet er Knochenwucherungen an drei Halswirbeln, die als unregelmäßige, den Körperrand überragende Knochenauswüchse auftreten, ferner randständige löcherige Vertiefungen an zwei Kniescheiben. Für eiterige Entzündungszustände sprechen die Flächen der beiden Gelenkköpfe eines Unterkiefers, der überdies noch mit Fistelbildung behaftet ist.

Selbstverständlich hatte der Diluvialmensch nicht nur im Kampfe mit den Witterungszuständen, sondern auch im Ringen mit seiner lebenden Umgebung einen schweren Kampf. Die unzulänglichen Waffen einerseits, die zahlreichen wilden Tiere, die ihn stets umgaben, dann auch wohl seine Nachbarn, die ihm in gewissen Fällen seine Jagdgründe streitig machten: alles das war gewiß für den bloß auf Steinwaffen und Knüttel angewiesenen Urmenschen sehr gefährliche Feindschaft, mit der oft ein harter Kampf nötig war. Unter solchen Umständen ist zu erwarten, daß sich am Skelett des Urmenschen hie und da wohl sichtbare Spuren von Verletzungen oder von Brüchen zeigen werden.

Da trägt z. B. ein Stirnfragment Zeichen einer durch Schlag oder Stoß verursachten Verletzung des Überaugenwulstes; die obere Hälfte einer Elle zeigt Spuren eines verheilten Bruches, ebenso ist an einem Schlüsselbein deutlich eine Bruchstelle mit Verdickung sichtbar. Auch Abstürze von Felsen und Bäumen können derartige Brüche herbeigeführt haben. Der Einfluß des ständigen Aufenthaltes in Höhlen offenbarte sich hauptsächlich bei älteren Individuen und muß oft zu recht schmerzhaften dauernden Gebrechen geführt haben. Zu beneiden waren sie wohl nicht, diese ersten Besiedler des von dem Binneneise verlassenen Diluvial-

*) Die Umschau, XII, Nr. 32.

bodens, über deren Herkunft die Wissenschaftler noch immer recht geteilter Ansicht sind, wie der nachfolgende Abschnitt zeigen wird.

Alter und Herkunft des Menschen.

Während Mortillet, der die Steinzeit in Entwicklungsperioden zerlegt hat, nach seinem System das Alter des Menschen auf 230.000 bis 240.000 Jahre schätzte, berechnet Prof. Penck die Länge des ganzen Quartär auf 1/2 bis 1 Million Jahre; drei- bis viermal so lang dürfte die Pliozän- und noch einmal so lang, also 6 bis 8 Millionen Jahre, die Miozänperiode der Tertiärzeit gewesen sein.

Nun sind Eolithen schon im Oligozän gefunden und das Alter des Menschen verlängert sich damit auf viele Millionen Jahre — falls die Schätzungen Prof. Pencks auf sicherer Basis beruhten, was vielleicht doch nicht der Fall ist. Denn er berechnet die Dauer der beiden letzten Zwischeneiszeiten, die als selbständige Perioden seitens anderer Forscher gänzlich in Abrede gestellt und nur als Schwankungen der Eisränder gedeutet werden, auf Hunderttausende von Jahren, und dementsprechend fällt dann auch die Länge der vorhergehenden Zeitabschnitte aus. Es taucht angesichts dieser Umstände immer wieder die Frage auf: Sind die Eolithen wirklich Beweisstücke für das tertiäre, für das frühtertiäre (oligozäne) Alter des Menschen?

Zu den neuesten Eolithfunden gehört die Entdeckung, welche ein Mitarbeiter Prof. Rutots auf dem Hochplateau der Ardennen machte und über die Prof. Schweinfurth berichtet.*) Ersterer fand in einer Sandgrube bei Boncelles, eine Meile südlich von Lüttich, Eolithe in einer Geröllschicht, die 15 Meter tief unter den Sanden lag. Da dieser Sand nicht die zur Bestimmung des Schichtenalters nötigen Fossilien enthielt, so suchte Rutot weiter und fand eine andere Grube, deren Sand eine schon entwickelte Meeresfauna des oberen Oligozäns bot, während zugleich auf dem Grunde dieser Sandschicht Geröllager ausgebreitet waren, die vielgestaltige Eolithe enthielten. Es fanden sich da Behausteine, Ambossteine, Messerklingen, Schaber, Hobelschaber, Durchlocher und Wurfsteine, alle in zweckmäßig ausgesuchten und handlichen Formen. 54 belgische Geologen und Prähistoriker, die der Entdecker Ende September 1907 an die Fundstelle führen konnte, stimmten darin überein, daß kein Einwand gegen die begründete Darlegung des Befundes erhoben werden könne.

Die Tatsache, daß diese uralten Zeugen menschlicher Anwesenheit so tief unter meterhohen Sanden begraben liegen, erklärt Prof. Rutot folgendermaßen. Zu einer Zeit, da das Plateau zwischen der heutigen Maas und Ourthe noch unter dem Meeresspiegel lag, ist das primäre Gestein von der Feuersteinkreide bedeckt worden. Im Verlaufe der Eozänperiode hat sich die Kreide aufgelöst, die Kieselknollen blieben aber am Platze und bildeten die nun angetroffene Schicht („tapis de silex"). Diese mit Kieselknollen bedeckte Ebene, die damals natürlich eine Niederung am Rande des Meeres bildete, hat offenbar ein Vorfahr des Menschen durchstreift, als Jäger die Kiesel benützend, bis mit Beginn des oberen Oligozäns das Meer wiederkam, die Anhäufung der Kieselknollen bedeckte und schließlich 15 Meter hoch fossilführende Sande darüber absetzte. Zuletzt, während des mittleren Pliozäns, haben Wasserströmungen ein Lager von weißem Kieselgerölle 3 Meter höher darüber abgesetzt, dazu noch Sand- und Tonschichten, und dann erst begann in dem inzwischen gehobenen Gebiete die Ausfurchung der heutigen Täler, auf deren Grunde wir die ehedem begrabenen Geröllschichten wiederfinden, mittels fließenden Wassers.

*) Zeitschrift f. Ethnol., 39. Jahrg., Heft 4.

Eine ganz neue Ansicht über die Herkunft des Menschen hat der argentinische Forscher Fl. Ameghino*) entwickelt. Seine Funde in Patagonien zeigten ihm, daß an der Basis des Säuge-



Fistelbildung (F) an einem Kiefer des Urmenschen von Krapina.

tierstammes des Menschen die Mikrobiotheriden, primitive Beuteltiere mit einem glatten, kammlosen Schädel, standen. Wenn man von diesem alten Stamme aus zu den Halbaffen der oberen Kreide und des unteren Tertiär geht und dann zu den Homunculiden und endlich zu dem Menschen kommt, so sieht man, daß der Schädel nicht anders als immer größer und runder geworden ist. Das ist der Fortschritt, den Ameghino den zur Vermenschlichung nennt.

Was die Epoche anlangt, in der die Menschwerdung vor sich gegangen wäre, so versichert Ameghino, daß in der Mitte des Miozäns Südamerika von einem Vorfahren des Menschen bewohnt gewesen sei, der schon so entwickelt und intelligent gewesen wäre, daß er begonnen hätte, Steinwerkzeuge herzustellen; Ameghino hat solche gefunden und als Artefakte (künstlich hergestellt) erkannt. Er hat auch einen Nackenwirbel gefunden, der nach seiner Ansicht einem Vorläufer, einem Homosimius, angehörte. Da nun aber die Verbindung Südamerikas mit Afrika früher da war als das obere Miozän, so folgert er daraus, daß der Homosimius während des unteren Miozäns oder des oberen Oligozäns aus Südamerika nach dem alten Kontinente hat wandern müssen und dort die Menschenrassen und die Anthropoiden der Altwelt erzeugt hat. Tatsächlich, sagt er, sind die

*) Globus, Bd. 94, Nr. 2.

Anthropomorphen (Menschenaffen) erst später erschienen; sie haben sich von den Hominiden (der zum Menschen führenden Linie) getrennt und den Weg zur Vertierung eingeschlagen.

Nun ist in Miramar, an der Küste des Atlantischen Ozeans, nicht weit von Buenos Aires, im Gebiete des unteren Pliozän ein Schädel gefunden



Jugendlicher Neandertalschädel, 1908 in der Dordogne ausgegraben.



Westaustralierschädel.



Schädel von Miramar (Homo pampaeus Ameghinoi).

worden, der der geologisch älteste Menschenschädel sein soll, angehörig einer verschwundenen Art, dem Homo pampaeus. Auch aus dem oberen Pliozän soll der südamerikanische Mensch vertreten sein durch das Skelett von Fontezuelas, das eine Höhe von etwa 1·5 Meter, 18 Lendenwirbel, eine sehr entwickelte Stirn ohne vorspringenden oberen Augenrand (Supraorbitalbogen) und vollkommene Orthognathie zeigt, also ein recht modernes Aussehen hat. Ein Schädel von Arrecifes endlich zeigt den südamerikanischen Menschen der Quartärzeit, der, wie Ameghino sagt, von dem heutigen nicht abzuweichen scheint, während die quarternären Schädel Europas von den modernen so sehr verschieden sind.

Prof. V. Giuffrida-Ruggeri, der die Hypothesen Ameghinos einer scharfen Kritik unterwirft, zeigt, daß der Schädel von Miramar seine merkwürdige Gestalt nur durch künstliche Verunstaltung durch Band oder irgend eine andere Vorrichtung erhalten haben könne, also wahrscheinlich dem Zeitalter der Entdeckung Amerikas angehöre. Dann bliebe immer noch der aus dem oberen Pliozän als der älteste Schädel bestehen, und wenn er wirklich pliozän wäre — was die Geologie zu entscheiden hätte — so würde er die Ansicht Ameghinos bestätigen, daß der gemeinsame Stammvater der Menschen und Menschenaffen nicht jene bestioiden Merkmale hatte, die ihm gewöhnlich zugeschrieben werden. Er hält die von ihm gefundenen Schädel, die gut gewölbt und ohne starke Knochenvorsprünge sind, für den richtigen altertümlichsten (archaischen) Typus, während die Kennzeichen des Neandertalschädels und der verwandten europäischen Formen nach ihm die eines Wesens sind, der den Weg zur Vertierung eingeschlagen hat.

Trotzdem zeigt jeder Schädel, der aus dem Altdiluvium Europas gehoben wird, immer wieder die Neandertalmerkmale. So auch der Schädel des kürzlich von Dr. O. Hauser in dem berühmten Vezèretale (s. Jahrb. II, S. 275) entdeckten Skeletts, über dessen Bergung und Bedeutung Prof. Dr. H. Klaatsch auf der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Köln 1908 berichtet hat.*)

Es handelt sich bei diesem glücklichen und mit höchster Sorgfalt durch Prof. Klaatsch geborgenen Funde um ein jugendliches, etwa fünfzehnjähriges, wahrscheinlich männliches Exemplar der primitiven Menschenrasse, die durch eine Kombination von Merkmalen schärfer umgrenzt ist als irgend eine moderne Rasse.

Diese Leute, sagt Klaatsch, die vor vielen Zehntausenden von Jahren über ganz Mitteleuropa verbreitet waren und hier als Jäger der eiszeitlichen Riesentierwelt sich in Horden umhertrieben, waren keineswegs große Gestalten, sondern von mittlerer und eher geringerer Körpergröße und sehr robuster untersetzter Statur. Die Arme und Beine waren verhältnismäßig kurz, besonders Vorderarm und Unterschenkel im Vergleich mit Oberarm und Oberschenkel. Darin näherte sich diese alte Rasse den heutigen Mongoloiden, etwa den Eskimos, und entfernte sich weit von den heutigen primitiven Rassen der südlichen Halbkugel, z. B. den Australiern, für die gerade die sogenannte Überlänge der unteren Gliedmaßenabschnitte charakteristisch ist. Im Vorderarm, und zwar in einer besonders starken Krümmung der Speiche, besitzt die Neandertalrasse ein Merkmal, das bei keiner jetzigen Menschenrasse, hingegen bei allen Menschenaffen und dann wieder bei ganz niederen kletternden Säugetieren vorkommt und offenbar ein uraltes Erbteil von den gemeinsamen Ahnen des

*) Die Umschau XII, Nr. 39 u. 40. Archiv f. Anthropol, Bd. VII (1909), Heft 4.

Menschen und der Anthropoiden darstellt. Denkt man sich bei einem Gorilla die Arme verkürzt und die Beine verlängert, so dürften Anklänge gerade dieser Affenform an den Neandertalmenschen bestehen, die sich auch am Schädel wiederholen. Die Massivität der Knochen, die der alten Rasse unserer Gegend mit dem afrikanischen Riesenaffen gemeinsam ist, findet sich heute noch ähnlich bei vielen Afrikanegern, und auch zu diesen hin besitzt die Neandertalrasse unzweifelhaft Anklänge. Ihre Beziehungen nach so verschiedenen Richtungen hin entsprechen vollkommen den Vorstellungen, die wir uns von Menschenfunden so hohen geologischen Alters machen müssen. Je weiter zurück, um so näher stehen die betreffenden Vertreter des Genus homo dem gemeinsamen Ausgangspunkte, aus dem alle heutigen Menschenrassen entsprungen sind. Unter den heute lebenden Menschentypen sind es die Urbewohner Australiens, die sich verhältnismäßig am meisten alle Merkmale von der gemeinsamen Urherde kletternder „Primaten" bewahrt haben, aus der sich nicht nur die Menschenrassen, sondern auch die Menschenaffen entwickelt haben. Es kann daher nicht wundernehmen, daß der Schädel des Neandertalmenschen mit denen der heutigen Eingeborenen Australiens auffällig viele Ähnlichkeiten besitzt. Der fossile Schädel aus der Moustiergrotte zeigt eine frappante Ähnlichkeit mit dem Gesichtsskelett der Australier.

Der Gesichtsausdruck der Menschen der Neandertalrasse muß in der Mund- und Nasengegend dem der Australier geähnelt haben. Die äußere Nase muß wie bei den meisten Australiern eine enorme Breite besessen haben, sie saß gleichsam noch wie in einer tierischen Schnauze auf dem Munde. Die Augenbrauen werden zwei hochgezogene Bogen beschrieben und ihrer knöchernen Unterlage entsprechend eine mächtig ausgebildete und mimisch wirksame Umrahmung der Augen gebildet haben. Beim Australier liegen in der Regel die Augen weiter zurück, wodurch ein finsterer Blick entsteht; dies war bei der Neandertalrasse nicht der Fall. Gerade in diesem Punkte zeigen die rekonstruierten Gesichtsdarstellungen des Neandertalers eine Australierähnlichkeit, die gar nicht besteht. Ist doch auch keine nähere Verwandtschaft der beiden im Sinne der Abstammung des einen Typus von dem anderen anzunehmen, sondern was sie gemeinsam haben, das sind eben die Attribute des primitiven Menschen.

So niedrig, wild und roh uns dieser Typus der Neandertalmenschen auch vorkommen mag — waren sie doch zweifellos Kannibalen, und ihre Moral war eine prinzipiell andere als die unsrige — aus dem Begräbnis in der Felshöhle von Moustier können wir manches entnehmen, was sie uns menschlich näher bringt. Der Neandertalknabe war bestattet, und die rohen Beweise liebevoller Sorgfalt, mit der man ihn gebettet hatte, müssen unsere Sympathie erregen. Er lag auf der rechten Seite in Schlummerhaltung, den rechten Ellbogen unter der Wange, die rechte Hand am Hinterhaupte. Kopf und Arme waren auf Feuersteinstücken gebettet, die in der künstlich hergestellten Plattenform und sorgfältigen Auswahl in Anpassung an die Weichteile die liebevolle Absicht erkennen lassen, ein steinernes Kopfkissen herzustellen. Der Rücken war nach oben gekehrt, der linke Arm ausgestreckt, und neben der linken Hand lag ein für jene Periode hervorragend schön gearbeitetes Steinwerkzeug von Mandelform, ein sogenannter Faustkeil (coup de poing) von „Chelléen-Typus". Ohne Frage sollte dies Instrument dem Toten auf seiner Wanderung als Hilfsmittel zur Verarbeitung der Nahrung dienen, für die überreichlich gesorgt war; fanden sich doch in der ganzen Umgebung des Skeletts aufgeschlagene Knochen des Urrindes (Bos primigenius) mit deutlichen Feuerspuren.



Profil eines Nordwestaustraliers mit typischer Schnauzenbildung.

Diese für das Paläolithikum zuerst erfolgte Feststellung eines wirklichen Begräbnisses zeigt uns, daß die Neandertalrasse den Unsterblichkeitsglauben hegte. Diese Idee ist ebenso alt wie die Menschheit, aus dem einfachen Grunde, weil der primitive Mensch den Tod im Sinne eines Aufhörens nicht begreifen kann.

Noch tiefer hinab in die Geschichte des Ureuropäers führt uns ein Fund, dessen Bergung und Beschreibung wir Dr. O. Schoetensack verdanken.*) Es handelt sich um einen altdiluvialen oder spättertiären Unterkiefer, der in einer Sandgrube unweit Heidelberg etwa 24 Meter unter der Oberfläche gefunden wurde und den ältesten bisher bekannten Menschenrest darstellt. Ein genaueres Eingehen auf diesen hochwichtigen Fund müssen wir uns für das nächste Jahrbuch versparen.

Kehren wir noch einen Augenblick zur Frage nach der Urheimat des Menschengeschlechtes zurück, die Ameghino mit dem Hinweis auf Südamerika gelöst haben möchte. Nach einer an-

*) Der Unterkiefer des Homo Heidelbergensis. Ein Beitrag zur Paläontologie des Menschen von Otto Schoetensack. Mit 13 Tafeln. Leipzig 1908.

deren Richtung, nach dem Hochlande von Innerasien, weist in einer Arbeit „Paläogeographisches zum Stammbaume des Menschen" Dr. Th. Arlt.*) Er will, obwohl er die Gebrauchsnatur der Eolithen stark anzweifelt, das Vorhandensein des Tertiärmenschen nicht in Abrede stellen; doch dürfte es nach dem jetzigen Stande unseres Wissens genügen, das Dasein des Menschen während des Pliozäns (jüngsten Tertiärs) anzunehmen, es könnte dann immer noch ein großer Teil der Eolithen echt sein. Als Ort der Entstehung des Menschengeschlechtes erscheint Innerasien einer näheren Betrachtung wert, da es einmal nicht weit von dem indischen Entwicklungszentrum der pliozänen Menschenaffen entfernt liegt, ferner während des Pliozäns der Schauplatz gewaltiger Umwälzungen war, die recht wohl den Anstoß zu einer neuen Entwicklungsrichtung geben konnten. Denn die ganze gewaltige Massenanschwellung des tibetanischen Hochlandes nebst den sich daran schließenden Hochländern des „Han Hai" hat sich erst seit Beginn der Pliozänzeit gehoben. Vorher herrschten hier ähnliche klimatische Verhältnisse, es lebte eine ähnliche Tier- und Pflanzenwelt wie in den benachbarten indischen Gebieten. Mit dieser Erhebung ging eine beträchtliche Abkühlung parallel. Die sich verschlechternden Lebensverhältnisse und die Absperrung von Indien durch die sich erhebende Himalayakette mag eine Gruppe schon ziemlich intelligenter Menschenaffen gezwungen haben, ihre geistigen Fähigkeiten weiter zu vervollkommnen. War dann einmal eine gewisse Höhe der Entwicklung erreicht, so waren nur die Berggrenzen zu überschreiten, und die Land- und Meerverteilung gerade des Pliozän bot der neuen Familie der Menschen außerordentlich günstige Verbreitungsmöglichkeiten. Nach Europa müssen die im Diluvium einwandernden Stämme hauptsächlich über Kleinasien und die Balkanhalbinsel gekommen sein. Wie sich ihre geistigen Fähigkeiten dort entfalteten, zeigen uns vor allem die künstlerischen Zeichnungen in den Höhlen Westeuropas.

Höhlenkunst.

Einen dritten, mit zahlreichen Abbildungen geschmückten Bericht über eine der seltsamen südfranzösischen Höhlen, die vor ungezählten Jahrhunderten dem Steinzeitmenschen als Wohnsitze dienten, bescheren uns die französischen Archäologen E. Cartailhac und Abbé H. Breuil.**) Es handelt sich um die Höhle von Niaux unweit des Städtchens Tarascon — nicht das berühmte Tarascon des noch berühmteren Daudetschen Tartarin — eines kleinen Pyrenäenstädtchens, das jedoch vermöge seiner Lage von der Natur zu einem wichtigen Zentrum vorgeschichtlicher Wohnsitze prädestiniert gewesen zu sein scheint. Man befindet sich dort in der Nachbarschaft einer großen Ebene, am Ausgange eines der tiefsten Pyrenäentäler, an einem der gangbarsten Wege von Spanien nach Frankreich, einem Durchgange, den Mensch und Tier zu allen Zeiten benützen mußten. Die Umgegend ist reich an solchen Grotten. Diejenige, um die es sich hier handelt, war lange bekannt, bildete zeitweise schon einen Anziehungspunkt für die Badegäste von Ussat les Bains, geriet aber seit 1872 in völlige Vergessenheit. Erst im Jahre 1906 entdeckte ein pensionierter Offizier sie wieder, durchforschte und kartographierte sie nebst ihren zahlreichen Seitengängen und machte auf die Zeichnungen und Felsgravierungen aufmerksam.

Die Höhle öffnet sich in 668 Meter Meereshöhe in der ziemlich abschüssigen Gebirgswand und zieht sich von dem sehr engen Eingang aus in westöstlicher Richtung mehr als 1400 Meter in den Berg. Sand- und Schlammassen auf dem Boden sprechen für häufige Durchwässerungen der Höhle, die jedoch früher, zur Eiszeit, unvergleichlich viel stärker gewesen sein müssen. Jetzt tritt nur noch einsickerndes Regen- und Schmelzwasser von oben her in die Galerien und bildet hie und da Wasserlachen; manchmal sind diese Ansammlungen auch ganz verschwunden, und man kann die Höhle dann, abgesehen von ein paar Engen, von einem Ende bis zum anderen ohne Hindernis durchschreiten und sich dem seltsamen, bisweilen grandiosen Anblick ihrer Tropfsteingebilde und Gewölbe hingeben. Bei 414 Meter senkt sich das Gewölbe am meisten und taucht in einen beständigen See, in den man steigen und tauchen muß, um das Hindernis zu überwinden und bis zum Ende der Höhle zu kommen. Dieses liegt nicht weit von der benachbarten Grotte von Ussat, der sogenannten Ombrive.

Drei Arten von Darstellungen findet man in der Höhle von Niaux: Tierzeichnungen in schwarzer, manchmal auch roter Farbe, verschiedene Zeichen und endlich Gravierungen.

Tierzeichnungen finden sich in der ersten Hälfte der Höhle oder vielmehr der Hauptgalerie gar nicht; ist man aber bis zur Hälfte gekommen, so öffnet sich rechter Hand ein Gang, in dem sie gehäuft erscheinen. Diese Galerie ist wahrhaft schön. Auf sanft abfallendem Boden steigt man über die einander folgenden Sanddünen und verliert die sehr unregelmäßigen Seitenwände leicht aus dem Auge. Die Decke liegt so hoch, daß man sie nur bei starker Beleuchtung sieht, hie und da liegen gewaltige von ihr herabgestürzte Felsstücke. Nur der leise Fall der Tropfen, deren Kalkgehalt den sandigen Boden festigt, unterbricht die tiefe Stille der Grotte. So gelangt man in eine majestätische Rotunde, den Abschluß dieser Seitengalerie, und damit zu den ersten Zeichnungen.

Die Wand rechts vom Eingange ist bedeckt mit solchen. Gruppenweise, durch Zwischenräume getrennt, folgen sie aufeinander, bald große, bald kleine, kreuz und quer, wie die Wandflächen es bedingten und zuließen. Viele sind so niedrig angebracht, daß man sie nur in gebückter Stellung sehen kann, wie in anderen Grotten auch. Die Zeichnungen von Niaux tragen auch in vollem Grade den Stil der Zeit, es sind dieselben Tiere wie anderwärts, die dem Künstler der paläolithischen Zeit so bekannt und vertraut sind, in der Mehrzahl Bisons, ferner Pferde, Steinböcke, ein Hirsch.

Alles sind schwarze Umrißzeichnungen im Profil. Man kann sich keine genauere und sicherere Linienführung denken, die charakteristischen Stellun-

*) Ztschr. f. Morphol. und Anthropol., X, Heft 2.
**) L'Anthropologie, t. XIX (1908), Nr. 1 u. 2.

gen lassen sich nicht gewissenhafter und mit mehr Talent wiedergeben. Man sieht in Altamira (s. Jahrb. I, S. 270) bessere farbige Fresken, Niaux dagegen feiert seine Triumphe in der Strichzeichnung. Diese scheint nicht mit dem Kohlenstift, sondern mit dem Pinsel und einer schwarzen Farbe, einer Mischung von Kohle und Manganoxyd, die mit Fett angeknetet ist, ausgeführt zu sein.

Niaux bringt zu dem, was wir aus den älteren Höhlen schon kennen, eine neue Tatsache. Die



Großer Bison mit vier Pfeilen, aus dem Salon noir. Maßstab 1 : 15.

Hälfte der Tiere trägt in der Flanke einen oder mehrere Pfeile, ganz deutlich gezeichnet, einen, zwei, drei, vier, ja selbst fünf. Im vorletzten Falle, bei den vier, befinden sich zwei lange schwarze Pfeile zwischen zwei roten (s. Abbild.). Auch sind Pfeile da, die nach den Tieren zielen, außerhalb ihres Körpers, drei davon sind rot. Da das Rot auf diesen großen Wandgemälden sehr ausnahmsweise vorkommt, so unterstreicht es gewissermaßen die Wichtigkeit dieser geheimnisvollen Pfeile.

Sollte man nicht annehmen dürfen, daß dies ein magisches Zeichen war, eine Art Beherung, ein Sichbemächtigen der Herden der erwünschten Tiere, denen man auf den nächsten Jagdzügen zahlreicher zu begegnen und, dank der traditionellen Beschwörungsweise, mit sicherem Schuß den Garaus zu machen hoffte?

Keines der Tiere ist in natürlicher Größe dargestellt. Das größte ist ein Pferd, ein vollendetes Meisterwerk, das von der Stirn bis zur Schwanzwurzel 1·5 Meter mißt. Darunter gibt es welche in allen Größen bis hinab zu 20 Zentimetern. Die Größe der meisten Bisons bewegt sich um 80 Zentimeter.

Wenn man diese Kunstwerke so in der schweigenden Einsamkeit, 800 Meter vom Eingange der Höhle, in der gleichmäßigen Temperatur der Luft und der Wände, wohlerhalten sieht, könnte man glauben, sie wären von gestern; und doch reicht hier alles bis zur Quartärzeit zurück. Wie unsicher die Zeitbestimmung aus der Tropfsteinbildung, die von vielerlei Faktoren abhängt, auch sein mag, hier läßt sich aus ihr doch eine Belehrung schöpfen. An den Wänden zeigen sich sehr wenig stalagmitische Niederschläge, und wo sie sich zeigen, sind sie nicht stark genug, um die Wandgemälde zu verbergen. Der Felsen sieht überall durch, und es ist leicht festzustellen, daß die durchscheinenden dünnen Niederschläge, welche die Zeichnungen durchfurchen, zu den ältesten gehören. Zwischen der Zeit, da die Grotte von den strömenden Gewässern verlassen wurde, und dem Moment, wo die Höhlenbewohner dort ihre Zeichnungen begannen, hatten sich keine Stalagmiten gebildet; sie sind alle jünger als die Zeichnungen und bezeugen so das hohe Alter dieser letzteren.

Verfolgen wir die Gemälde weiter, so bietet sich auch Gelegenheit, zu bemerken, wie die Steinzeitkünstler es verstanden haben, gewisse Linien und Unebenheiten der Wandfläche bei der Herstellung ihrer Bilder sich zu nutze zu machen, ja wie sie sich von solchen Zufälligkeiten haben anregen lassen. Ungefähr 100 Meter hinter der Gabelung der Höhle erregt ein kleiner roter Bison, er fast allein in dieser Farbe, die Aufmerksamkeit. Die Linien sind auf ein Minimum beschränkt; eine Felskante bildet, sehr genau übrigens, die Rückenlinie des Tieres und hat die Stellung, mit dem Kopfe hoch oben, bestimmt. Es ist das der hübscheste Fall für diese merkwürdige Genialität, welche die Naturzufälle zum Vorteil der gewünschten Bilder auszunützen weiß. Dieser Bison hat im Gegensatz zu allen anderen gekrümmte Beine, überdies trägt er auf der Flanke einen roten Fleck. Hat der Künstler damit eine offene Wunde andeuten wollen? Kennzeichnen die gekrümmten Beine ein zu Tode getroffenes, in die Knie stürzendes Tier? Es läßt sich gern glauben, denn der Künstler hatte Platz genug, die Beine in natürlicher Stellung anzubringen, wie bei anderen Tieren dieser Art. Er wußte also augenscheinlich, was er wollte, und es ist ihm völlig gelungen.

Nun aber steht diese Figur nicht allein; sie bildet mit einer Anzahl danebenstehender ebenfalls roter Zeichen ein Ganzes. Diese Zeichen sind



Zeicheninschrift, rot, in der Galérie profonde. Als Rücken des Bisons ist eine Felskante benützt. Der Fleck auf seinem Leibe scheint eine Wunde zu markieren.

erstens Punkte, entweder reihenweise angeordnet oder kreisförmig um ein Zentrum geschart; ferner dazwischen und darüber vier stockartige Gebilde, über deren Bedeutung uns vielleicht der Vergleich mit gewissen Waffen der Australier und Neger Aufschluß geben kann. In Australien gibt es auf den Felszeichnungen der Eingeborenen Figuren von Kriegskeulen und Bumerangs. Anderseits finden wir bei gewissen australischen Stämmen ein Werkzeug in Gebrauch, das die Ethnographen als das vollendete afrikanische Kari ansehen. Dies ist ein gerader oder krummer, bisweilen abgeplatteter Stock, der an einem seiner Enden mittels einer einseitig schneidenden Masse verdickt ist. Es ist eine Wurfwaffe und sie gilt für die Vorstufe des Bumerangs.

Die Figur hier auf unseren Felszeichnungen stimmt mit der Form, welche die Reisenden und Ethnographen dem Kari geben, ziemlich gut überein, so daß man sie wohl für eine solche Waffe ausgeben könnte.

Dann aber wird unser Gemälde vielleicht ein lesbares Blatt, auf dem der sterbende Büffel, die Waffen, die zu seiner Erlegung dienen, die um einen Mittelpunkt gescharten Kreise, die aneinandergereihten Punkte das Schema der Jagd darstellten, die Aufzeichnung einer Erinnerung oder einer Hoffnung, der Ausdruck eines Gelübdes.

Es gibt zahlreiche Zeichen in der Grotte von Niaux; außer den schon erwähnten kommt noch das dachförmige Zeichen von Font-de-Gaume und Marsoulas vor, das vermutlich die Hütte darstellt, befiederte Pfeile, keulenförmige Gebilde, Ringe, fischschwanzartige Zeichen und anderes. Man kennt die Zusammenstellung solcher Zeichen schon aus anderen Felszeichnungen. Diese hier legen wiederum die Vermutung nahe, daß es sich um Inschriften handelt, die man zu lesen verstand. Zum erstenmal sehen wir in dreien dieser Inschriften ein Tierbild eine wesentliche Stelle einnehmen.

Auch auf dem Boden der Höhle, im Sande des alten Flußlaufes, sind Zeichnungen gefunden worden. Das klingt unwahrscheinlich, wenn man bedenkt, daß Tausende schon die Höhle besucht und die Sanddünen zertreten haben. Glücklicherweise gibt es jedoch längs der Wände unter überhängenden Felspartien noch rein jungfräulichen Boden, der von jedem Tritte unberührt blieb, und da fanden sich die interessanten Zeichnungen. Merkwürdig vor allem ist die Zeichnung zweier Fische auf dem Sande, zweier Forellen, die mit leichten Tropfsteingebilden übersät sind, so daß man an ihrem Alter nicht zweifeln kann. Und in der Nähe dieser Fische unterscheidet man, leicht verhärtet durch die Wasser, die sie bespülten, die Spuren nackter Füße. Heute geht niemand in jener Gegend mehr mit bloßen Füßen, und früher wurde, seit undenklicher Zeit, die Sandale benützt, die man um 1857 in einer neolithischen Höhle Andalusiens in natura gefunden hat. Kein Mensch würde sich gegenwärtig die Schuhe ausziehen, um in der Höhle umherzuspazieren.

So sind wir also in der Lage, diese Fußspuren als die Tritte der Menschen anzusehen, die zuerst, zwar mit viel Mut, aber auch voll Aberglaubens, diese Höhle betraten, um bei dem schwachen, aber ausreichenden Lichte ihrer unvollkommenen Lampen ihre Zauberhandlungen zu vollführen. Auch ein Kieselsplitter, Reste verbrannten Holzes, ein Stückchen Renntierhorn, unbedeutende Stücke gelben Ockers bezeugen die ehemalige Anwesenheit der Steinzeitmenschen.

Eine Illustration zu der paläolithischen Jagdweise, bei welcher das Wild anscheinend von Jägern umstellt und von verschiedenen Seiten her angeschossen wurde, bildet der im Jahre 1905 in einem dänischen Torfmoor gefundene Auerochse, über den die dänischen Forscher N. Hartz und H. Winge eine interessante Mitteilung bringen.*)

*) Jahrbücher f. nord. Altertumskunde und Geschichte, 1906.

Das auf dem Grunde des Moores bei Jyderup in der Odsharde gefundene Skelett lag eingebettet in eine braune Schlammschicht, die sich in offenem Wasser abgesetzt hat und uns verrät, daß das Moor damals noch ein nicht zugewachsener Waldsee war. Die Schicht, in der das Skelett sich fand, bildete sich in der Übergangszeit zwischen der Birken- und Kiefernperiode, der Ur muß in Dänemark also schon zu Beginn der letzteren eingewandert sein. Nun seine Jagderlebnisse. Das erstemal kam er glücklich davon, das zeigt die Narbe einer geheilten Wunde oberhalb der neunten rechten Rippe. Die Wunde zeigte sich als kleiner schwammiger Fleck, aus dem drei kleine Flintstücke einer zersplitterten Pfeilspitze hervorragten. Die Spitze war abgebrochen und saß in der Wunde, ohne weiteren Schaden zu verursachen; der Knochen hat die Splitter fast vollständig umwallt. Ein zweiter Angriff führte anscheinend zum Tode des Tieres. Bei der siebenten Rippe nämlich ist gleichfalls eine Wunde, in welcher der zersplitterte Flintpfeil unbeweglich festgekeilt blieb, und diese Wunde ist nicht geheilt, vielmehr sind die Ränder der Wundspalte ebenso scharf und frisch, wie in dem Moment, als der Pfeil eindrang. Auf der Brust des Urs wurden weitere kleine Flintspitzen gefunden, und vermutlich waren es diese, die zwischen den Rippen in die Brust eindrangen und den Tod des Tieres verursachten. Er entging zwar seinen Verfolgern und suchte wundkrank und mit den Pfeilen in der Brust Linderung in dem kleinen See, erlag hier aber den Verletzungen. Wahrscheinlich trieb der Kadaver dann eine Zeitlang auf dem Wasser und verlor einen Teil seiner Knochen außerhalb der Stelle, wo er schließlich sein Grab fand.

Nach der Form des Pfeiles und nach geologischen Gründen muß dieser Fund außerordentlich alt sein, älter als die Zeit der Küchenabfallhaufen, der berühmten „Kjökkenmöddinger". Er führt wohl in die wenig bekannte älteste Steinzeit Dänemarks zurück. Reste von Auerochsen sind zwar in Dänemark häufig, und Beweise dafür, daß diese Tiere gleichzeitig mit der ältesten Steinzeitbevölkerung gelebt haben, liegen zur Genüge vor; aber ein so sprechendes unumstößliches Zeugnis selbst über ihre Jagd und ihre wechselnden Schicksale ist bis jetzt nicht zu Tage gefördert worden.

Die Australrasse.

Die vielfach irrtümlichen Anschauungen, welche über die Körperbeschaffenheit der Australier noch umgehen, berichtigt auf Grund seiner Studien an Ort und Stelle Prof. Klaatsch in der Versammlung der Deutschen Anthropologischen Gesellschaft in Straßburg.*) Entgegen der Auffassung des alten Seefahrers Dampier (1689), wonach die Australier eine elende Kümmerrasse darstellen, betont er, daß sich bei zahlreichen Vertretern, besonders der nördlichen Stämme, der Körper in vorzüglichem Zustande befinde. Die scheinbare Magerkeit beruht auf dem feinen Bau des

*) Korrespondenzblatt der Deutsch. Gesellsch. f. Anthropol., Ethnol. und Urgeschichte, 38. Jahrg., Nr. 9—12, S. 79.

Skeletts, der die Regel bildet, und schließt eine gute, muskulöse, zum Teil wahrhaft athletische Beschaffenheit nicht aus. Die geringe Entwicklung der Wade, welche die Australier mit einigen anderen niederen Rassen gemeinsam haben, stellt einen niederen Zustand dar, der dem gemeinsamen Vorfahren des Menschen und der Menschenaffen zukam. Unter europäischem Einflusse entfalten sich die körperlichen Kräfte. Der Körper des erwachsenen Australiers gewährt einen künstlerisch wohlgefälligen Anblick, die Haltung ist stolz, die Körperhöhe bei den Männern im Durchschnitt bedeutend. Von 136 voll erwachsenen Männern hatten 40 zwischen 1·70 und 1·75 Meter, 24 von 1·751 bis 1·80 Meter Höhe, fünf darüber. Die beiden größten gemessenen Individuen erreichten 1·85 Meter. Unter 1·60 Meter gab es nur wenige bei den Männern, während die Frauen meist unter 1·50 Meter blieben. Die Körperhöhe wird, wenn sie bedeutend ist, hauptsächlich durch eine beträchtliche Länge der unteren Gliedmaßen bedingt. Der Fuß ist verhältnismäßig schmal, namentlich bei den jugendlichen und den weiblichen Individuen. Das Fußgewölbe entwickelt sich individuell, fehlt gänzlich bei kleinen Kindern und wird beim Erwachsenen stark ausgebildet.

Die Beobachtung des Klettermechanismus der Eingeborenen hat Klaatsch in seinen schon früher geäußerten Anschauungen über den Zusammenhang der Entwicklung des Fußgewölbes sowie der Umbildung der großen Zehe beim menschlichen Vorfahren bestärkt. Namentlich im Urwald von Nordqueensland konnte er das Erklettern hoher, einzeln stehender Bäume sehen. Mit Hilfe der Scrubwinde (aus einem Anhang der Kletterpalme), die um den Baumstamm geworfen und mit beiden Händen gefaßt wird, rennen die Eingeborenen die Bäume hinauf und hinab, als ob sie auf ebener Erde liefen. Das Erklettern der Kokospalme, dieses in den Tropen überall heimischen Baumes, bei dem es künstlicher Einschnitte zum Einsetzen der großen Zehe nicht bedarf, mag für den Klettermechanismus der Vorfahren des Menschen bei seiner Sonderung von den Ahnen der Anthropoiden von besonderer Wichtigkeit gewesen sein (s. Jahrb. I, S. 254).

Die Haltung der Füße beim Stehen zeigt einen ausgesprochenen geschlechtlichen Unterschied, insofern als die Längsachsen der Füße beim Weibe nach vorn zusammen-, beim Manne aber auseinanderlaufen. Die Greiffähigkeit des Fußes findet sich, wie bei manchen anderen Rassen, z. B. Malaien und Japanern, viel verbreitet unter den Australiern. Die bedeutende Schmalheit der Hand, sowohl hinsichtlich der Mittelhand als auch der Fingerpartie, besonders bei den Frauen, prägt diesem Gliede einerseits den primitiven Charakter einer Affenähnlichkeit auf und nähert es anderseits der als Schönheitsideal geltenden Handform europäischer Frauen.

Sehr interessant sind Prof. Klaatsch' Angaben über die Haut- und Haarfärbung sowie über die Körperbehaarung der Australier. Die Mehrzahl aller bei Australiern vorkommenden Farbentöne der Haut liegen auf den Farbentafeln des Zinnobers, einige auf den Übergängen desselben zum Orange; reines Braun findet sich nur an der Hohlhand und Fußsohle der Erwachsenen. Die Körperfarbe eines Neugeborenen war ein helles Braun.

Bezüglich der Bedeutung der Hautfärbung der Australier ist Prof. Klaatsch zu der Anschauung gelangt, daß es sich um eine Art Schutzfärbung handelt. Auf einer der Wellesleyinseln traf er die Schwarzen damit beschäftigt, Nardoowurzeln auszugraben. In der grellen Tropensonne hoben sich ihre Körper kaum von dem rötlichen Boden



Eingeborener auf Neuguinea ersteigt eine Kokospalme.

ab, der hier, wie weithin im Norden Australiens, durch die Eisensandsteinformation (Laterit) gebildet wird. Wie sehr die Körperfärbung im Waldesdunkel die Eingeborenen schützt, ist zur Genüge bekannt, es sei nur erinnert an die letzten Kämpfe vor dem Untergange der Eingeborenen Tasmaniens, die sich durch absolute Ruhe, verbrannte Baumstämme nachahmend, ihren Verfolgern entzogen. Anderseits gewährt diese schützende Färbung auch erhöhte Erfolge bei der Jagd, und so ist es erklärlich, daß hier Vorgänge der natürlichen Auslese einsetzten. Eine wertvolle Erhöhung der natürlichen Schutzfärbung kann durch Einschmieren des Körpers mit roter Erde gegeben werden. So zeigt sich die bei wilden Völkern und bei den Menschen der Steinzeit, nach Ockerfunden zu schließen, vorgenommene Ockerfärbung als eine Maßregel, die ursprünglich von außerordentlicher praktischer Wichtigkeit war und erst späterhin und sekundär die Bedeutung des Schmuckes gewann.

Bezüglich der Behaarung der Australier ist die wichtigste neue Wahrnehmung von Klaatsch, daß alle Kinder über den ganzen Kör-

per ein helles Haarkleid besitzen, das sich erst zur Zeit der Pubertät in die dunkle Haarbedeckung umwandelt. Die Farbe dieses Jugendfelles, das manchmal so ausgebildet auftritt, daß man es photographieren kann, ist hellblond, am treffendsten dem Golde vergleichbar. Besonders stark tritt dies goldene Vlies am Rücken auf, und am besten ist es in den späteren Kinderjahren, etwa vom siebenten oder achten Jahre an, ausgebildet. Beim Eintritte der geschlechtlichen Reife, der beim Australier sehr früh geschieht (etwa im zwölften bis vierzehnten Jahre), gehen die goldenen Haare zum Teil in die stets schwarzen Körperhaare über, zum Teil werden sie rückgebildet, weshalb die Haarbedeckung der Erwachsenen nie so gleichmäßig wie die der Kinder ist.



Australierin aus Nord-Queensland mit großen Schmucknarben.

Prof. Klaatsch ist geneigt, im Wollkleide der Australier, das dem Lanugo der europäischen Kinder entspricht,*) eine Fortführung des tierischen Felles des menschlichen Vorfahren zu erblicken, dem er somit ein helles Fell zuschreibt, etwa wie das des Orang. Mit diesem blonden Körperhaar verband sich ein gleichartiges Kopfhaar, wofür sich bei den Australiern auch wichtige Beweise finden; das Kopfhaar der Kinder offenbart häufig eine helle Färbung. Bei Erwachsenen findet sich in manchen Gegenden die Sitte, die Haare mit gelbem Farbstoff zu bestäuben, als sollten sie künstlich die Kindheitsfarbe festhalten.

*) Lanugo ist das erste wollige Haarkleid des menschlichen Embryos und Neugeborenen, das anfangs hellblond ist, später nachdunkelt.

Das Kopfhaar der australischen Erwachsenen, für gewöhnlich sehr dunkel und merkwürdigerweise nur bei Männern die Greisenfarbe annehmend, ist in der Form außerordentlich wechselreich, meistens und von Natur wohl lockig wellig, was vielleicht die Urform des menschlichen Kopfhaares überhaupt ist, dann aber auch durch künstliche Beeinflussung mannigfach abgeändert. Bezüglich der Bartbildung herrscht auch im Norden des Erdteiles bedeutende Variabilität. Neben jenen mächtigen Vollbärten, die ganz an europäische erinnern, besteht vielfach geringe Bartentwicklung oder völliges Fehlen des Barthaares. Als etwas Besonderes erscheint der an den Schläfen herabsteigende Bartteil; er gehört zum Kopfhaar und ist bei fast allen australischen Kindern sehr deutlich ausgebildet. Dieser „Schläfenbart" ist also von dem des Kinnes und der Oberlippe zu trennen.

Eine sehr bedeutende Variabilität zeigt auch die Gesichtsbildung der Australier. Die Ähnlichkeiten, welche sich hiebei mit den verschiedenen Rassen außerhalb Australiens ergeben, haben die Meinung hervorgerufen, daß die Urbewohner Australiens keine reine Rasse darstellen, sondern ein Mischprodukt aus modernen wohlcharakterisierten Typen, wie denen afrikanischer Neger, Papua, Malaien, europäerähnlicher Drawidavölker Indiens, seien. Die Auffassung, daß auf eine rein negroide Urbevölkerung eine Einwanderung von Drawida gewirkt habe, ist noch heute zum Teil allgemein, wogegen Turner in seiner großen Arbeit über die Schädel für die Einheitlichkeit der Rasse streitet.

Beim Studium der Kopfbildung der Uraustralier ergeben sich neue Gesichtspunkte für die Darlegung der Rassengliederung der Menschheit im ganzen, und die körperliche Seite des Problems findet ihre Parallele im Kulturellen. Auf letzterem Gebiete ist es leicht nachzuweisen, daß die Australier Kulturbeziehungen zu fast allen Völkern der Erde besitzen, und es würde ohne Mühe gelingen, scheinbare Beweise dafür zu bringen, daß die Australier z. B. afrikanischen Negern ganz nahe stehen müssen, desgleichen aber auch nordamerikanischen Indianern oder den Paläolithikern (Menschen der älteren Steinzeit) Europas. Anderseits ist die Kultur der Australier so deutlich primitiv, daß sich alle diese nachweisbaren Ähnlichkeiten nur begreifen lassen, wenn man eine gemeinsame Wurzel annimmt, der die heutigen Australier noch sehr nahe stehen.

Die lange Isolierung Australiens schließt es aus, daß der fünfte Kontinent einen Treffpunkt für die verschiedenen Rassen, ein Feld ihrer Mischung gebildet habe. Deshalb kann die körperliche Ähnlichkeit mit Negern, Europäern (z. B. Charles Darwin), Malaien, Mongolenartigen nicht durch gelegentliche Mischungen erklärt werden.

Manche Australiermännerköpfe würden, in weiße Ausprägung übertragen, großartige Charaktertypen abgeben. Eine merkwürdige Verknüpfung von Europäerähnlichkeit mit Annäherung an Menschenaffentypus liegt in vielen Australiergesichtern. Ein Mann am Archer River im Golf von Carpentaria

machte, wenn er sich ruhig verhielt, den Eindruck eines geistig hochstehenden Europäers; sobald er aber seinen Mund öffnete und das Gesicht zum Grinsen verzog, erinnerte er an einen Gorilla.

Der weibliche Gesichtstypus führt den inferioren (tieferstehenden) Zustand der primären Nase, wie ihn die Menschenaffen zeigen, viel treuer fort als der männliche. Die Frauen der Australier haben deshalb eine mehr ans Kindliche erinnernde und gleichmäßig wiederkehrende Beschaffenheit der Gesichtszüge. Die Variabilität, durch welche die oben erwähnten Ähnlichkeiten mit anderen Rassen hervorgerufen werden, findet sich hauptsächlich im männlichen Geschlechte. Das Merkwürdige dabei ist, daß eine Gruppe verwandtschaftlich ganz nahestehender Individuen so untereinander verschiedene Erscheinungen einschließt, Erscheinungen, deren einzelne Träger wiederum mit Individuen aus weit entfernten Gegenden des Erdteiles Ähnlichkeiten aufweisen. Diese Wahrnehmung machte Prof. Klaatsch sowohl im Osten wie im Westen.

Eine Deutung für alle diese merkwürdigen Erscheinungen zu geben, ist auch Prof. Klaatsch noch nicht im stande; doch scheinen ihm zwei Möglichkeiten der Berücksichtigung wert. Es wäre eine sehr einfache Lösung, wenn man dartun könnte, daß die pränegroiden und prämongoloiden Kennzeichen von einer verhältnismäßig modernen Beimischung zu einem Grundstocke herrührten, der naturgemäß nicht anders als europäoid zu denken wäre. Letzterem Typ folgt ja die Mehrzahl der Individuen; im Nordwesten und im Norden kommen dieselben, mit mächtiger Bartbildung versehenen, an Germanen erinnernden Typen vor wie im Zentrum und im Süden.

Die andere Möglichkeit ist, daß die Mischung keineswegs neueren Datums ist, sondern auf die Zeiten der ersten Besiedlung des Australkontinents zurückgeht. Zur Sicherung einer dieser Vermutungen oder zur Aufstellung einer anderen gesicherten Hypothese wird es noch vielen genauen Studiums der Australier und ihrer Kultur bedürfen.

K. u. K. Hofbuchdruckerei Karl Prochaska in Teschen.



Die Zeit (Wien). Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Viel Freunde wird sich voraussichtlich das Jahrbuch der Naturkunde erwerben, denn für dieses interessieren sich heute alle ohne Ausnahme; und obgleich es an populären Gesamtdarstellungen nicht fehlt, hat man doch bis jetzt noch kein periodisches populäres Werk gehabt, das über die Fortschritte jedes Jahres berichtet. Es werden abgehandelt: die Astronomie, die Geologie und Geophysik, die Physik, die Meteorologie, die Chemie, die Biologie, die Botanik, die Zoologie, die Urgeschichte der Menschheit, die Ethnographie, die Physiologie und Psychologie, alles sehr hübsch, stellenweise spannend. Die Fülle des dargebotenen Stoffes ist staunenswert und auch der Unterrichtetste wird das Buch nicht aus der Hand legen, ohne Neues daraus gelernt zu haben."

Anzeiger für die neueste pädagogische Literatur. Illustriertes Jahrbuch der Erfindungen. „Für einen so billigen Preis wird man selten ein so gediegenes Werk wie das vorliegende erlangen."

Aus der Heimat. Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Ich bin auch von anderer Seite schon öfters nach einem Werke gefragt worden, in dem die Fortschritte der Naturwissenschaften für Laien bearbeitet sind. Nun kann ich ein solches empfehlen: das im Verlag von K. Prochaska, Teschen, erschienene und von H. Berdrow bearbeitete Illustr. Jahrbuch der Naturkunde." Stuttgart, Dr. K. G. Lutz.

Roseggers Heimgarten. Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. „Die Bearbeitung und Redaktion ist ganz musterhaft gelöst. Bei der flüssigen, fesselnden und anregenden Schreibweise dieser Jahrbücher der Geschichte werden dieselben hoffentlich baldigst sich einbürgern .... Die Anschaffung dieses Jahrbuchs der Weltgeschichte kann jedermann nur bestens empfohlen werden. Man wird durch dasselbe bei äußerst angenehmer, nirgends langweiliger Darstellung von den Vorgängen auf allen Gebieten des Lebens, insbesondere des politischen, rasch und richtig unterrichtet."

Deutschtum im Auslande. Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen. „Es ist eine dem Bildungswesen zu gute kommende Idee, die Errungenschaften auf dem Gebiete der Erdkunde in Jahrbüchern volkstümlichen Charakters zu billigem Preise darzubieten .... Alles ist durch treffliche Abbildungen dem Auge nahe gebracht. Das neue Jahrbuch verdient ganz unseren Beifall."

Volks-Zeitung. (Berlin). „Ein ausgezeichnetes Volksbuch ist soeben im Verlage von Karl Prochaska, Teschen und Wien, erschienen. Es ist der erste Jahrgang des ‚Illustrierten Jahrbuchs der Naturkunde'. Hermann Berdrow, der sich eines in wissenschaftlichen Kreisen sehr geschätzten Namens erfreut, hat mit erstaunlicher Sorgfalt alle naturwissenschaftlichen Ereignisse, Forschungsergebnisse und Entdeckungen der letzten Jahre registriert. Keine Abteilung der Wissenschaft ist in diesem interessanten Werke unberücksichtigt geblieben. Zahlreiche Illustrationen schmücken das lesenswerte, hochinteressante Buch. Zuletzt sei noch hervorgehoben, daß der außerordentlich billige Preis von einer Mark jedem Naturliebhaber die Anschaffung des Werkes ermöglicht."

Breslauer Zeitung. Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. „Von Prochaskas Illustrierten Jahrbüchern nimmt zweifellos das Jahrbuch der Weltgeschichte den hervorragendsten Rang ein. Der etwa 160 Seiten Lexikonformat starke Band, der mit zahlreichen Illustrationen aufs würdigste ausgestattet ist, vereinigt in sich wieder alle Vorzüge, die von uns bereits bei Besprechung des vorigen Jahrgangs hervorgehoben werden konnten, vorzügliche Beherrschung des Stoffes, lichtvolle Darstellung, volkstümliche Schreibweise und gesundes politisches Urteil."

Linzer Tagespost. Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen und geographischen Forschungen. „Der Verfasser führt uns in die Regionen des ewigen Eises, nach Asien, in die Neue Welt, nach Afrika, Australien und nach der Südsee und versteht es, in leichtfaßlicher und dabei anregender Form die physikalischen und politischen Verhältnisse dieser Gebiete zu schildern. Zahlreiche, dem Texte eingefügte Illustrationen tragen zum Verständnisse des Inhalts bei. Das Buch, das eine Fülle des Interessanten bietet, kann jedermann wärmstens empfohlen werden."

Norddeutsche Allgemeine Zeitung. Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen und geographischen Forschungen. „Der Zweck des Buches ist, die weitesten Kreise mit den neuesten Forschungsreisen zu geographischen und ethnographischen Zwecken bekanntzumachen; dementsprechend ist auch der Preis ein sehr geringer. Es ist tatsächlich erstaunlich, welche Fülle von gediegener Belehrung in Bild und Wort dem Leser für 1 Mark geboten wird."

Münsterischer Anzeiger. Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Die Skepsis, mit der wir an dieses Buch herantraten — wie an alle naturwissenschaftlichen Werke, die für billiges Geld angeboten werden und bei denen die dadurch hervorgerufene Betonung des populär-wissenschaftlichen Charakters nicht selten über den Mangel an Inhalt des Werkes hinwegtäuschen soll — machte bald einer anderen Auffassung Platz; wir begrüßen das Erscheinen dieses Werkes auf das lebhafteste. Das Werk ist stilistisch ausgezeichnet und mit zahlreichen und guten Illustrationen geschmückt. Der Preis von 1 Mark ist außerordentlich niedrig bemessen."

Zeitschrift für das Realschulwesen (Wien). Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Wenn der Laie auch aus den Tageszeitungen gelegentlich Mitteilungen über neue Entdeckungen, neue Hypothesen und andere wissenschaftliche und technische Errungenschaften der Neuzeit erhält, so erlangt er damit kein vollständiges Verständnis der betreffenden Zweige des Wissens, da solche Mitteilungen meist nur unvollständig und zusammenhanglos geboten werden, ohne daß auf die oft nicht ausreichende Vorbildung der Leser Rücksicht genommen wird, ja nicht selten werden sie bereits veröffentlicht, ehe eine Arbeit zu einem gewissen Abschlusse gebracht worden ist. Das läßt sich aber erst nach einem bestimmten Zeitabschnitte erreichen und ist daher die Aufgabe von Zeitschriften, welche die Forschungen von einem oder mehreren Jahren zusammenfassen. Es erscheint somit ein solches Jahrbuch, wie es hier vorliegt, ganz geeignet, aufklärend über neuere wissenschaftliche Fragen zu wirken. Das Jahrbuch beginnt mit der Vorführung einiger Entdeckungen am gestirnten Himmel. Es wird dann die Erdrinde in der Vergangenheit und Gegenwart kurz betrachtet, wobei die Veränderungen an der Erdoberfläche, die Verteilung von Wasser und Land sowie namentlich die Erscheinungen der Eiszeiten nach dem Ingenieur Reibisch durch ein regelmäßiges, sehr langsames Schwanken des Erdballs um eine den Äquator schneidende Achse erklärt werden. Durch eine solche sollen einzelne Gegenden der heißen Zone in höhere Breiten und umgekehrt versetzt werden. Die Untersuchungen über Erdbeben führen uns die gewaltigen Wirkungen dieser Erscheinung im letzten Jahre vor. Die Physik belehrt über einzelne Bewegungen der kleinsten Körperteilchen und besonders über die Ätherfrage sowie über die Kräfte des Luftmeeres, wobei auch die Sturmwarnungen und das Wetterschießen berührt werden. Die Chemie führt uns die neuen Elemente, hohe und tiefe Temperaturen vor. Aus der Biologie wird einzelnes zum Beweis der Abstammungslehre vorgeführt. Die Entdeckungen auf dem Gebiete der Welt der lebenden Wesen bringen manches Neue, ebenso die Vorgeschichte des Menschen und die Völkerkunde. Das ‚Jahrbuch' kann als sehr anregend und belehrend bezeichnet werden. Es ist in einem würdigen Ton gehalten und kann auch der reifen Jugend in die Hand gegeben werden."

Allgemeiner Anzeiger für Deutschlands Rittergutsbesitzer. „Wieder einmal ein durchaus gelungenes Volksbuch bester Art, dieser erste im Prochaska-Verlage in Wien, Leipzig und Teschen erschienene Jahrgang eines ‚Illustrierten Jahrbuchs der Erfindungen', das 1 Mark (Kronen 1.20) kostet, für diesen Preis aber geradezu unglaublich viel und überraschend Gutes bietet. Der erste Jahrgang des ‚Illustrierten Jahrbuchs der Erfindungen' ist ein 216 Seiten starker Quartband mit 200 prächtigen Illustrationen. Der Text des Werkes ist eine Musterleistung der volkstümlichen Behandlung technischer Themata, so interessant und verständlich, so anziehend sind sie für die Laienwelt, das große Publikum, Jugend und Volk schriftstellerisch abgefaßt. Es ist ein Vergnügen, dieses Werk zu lesen, man verfolgt seinen Inhalt mit einer wahren Spannung."





Verlag von Karl Prochaska, Leipzig, Wien, Teschen.

Eine erlesene Sammlung in reizvoller Ausstattung und von allergrößtem Interesse für jeden Literaturfreund ::

ist die in meinem Verlage erscheinende



Deutsch-Österreichische Klassiker-Bibliothek

Diese Bibliothek wird eine ausgewählte Sammlung der bedeutendsten freigewordenen Schöpfungen unserer deutsch-österreichischen Geistesfürsten, welche noch viel zu wenig gekannt und noch lange nicht genügend gewürdigt sind, enthalten; sie bietet also dem großen deutschen Leserkreise eine gediegene, interessante und abwechslungsreiche Lektüre.

Die Texte sind durchwegs nach den besten Quellen auf das sorgfältigste revidiert. Jeder Band, in dem ein Dichter zum erstenmal auftaucht, enthält eine kurzgefaßte biographische Skizze, jedem Werke wird eine knappe literarhistorische Einleitung vorgesetzt, falls eine solche zum besseren Verständnis notwendig erscheint.

Zunächst erscheint eine Serie von 20 Bänden in zwei Ausgaben, und zwar in hochelegant gebundenen Leinenbänden zum Preise von je M. —.85 und in einer Liebhaberausgabe in zierlichen Halbfranzbänden zum Preise von M. 3.—.

Das Abonnement verpflichtet zur Annahme sämtlicher 20 Bände, die in drei- bis vierwöchigen Zwischenräumen zur Ausgabe gelangen.

Der Inhalt dieser ersten Serie von 20 Bänden ist folgender:

1. Friedrich Halm, Novellen.
2. Nikolaus Lenau, Savonarola Don Juan.
3. Franz Grillparzer, Novellen und Fragmente.
4. Ferdinand Raimund, Das Mädchen aus der Feenwelt oder der Bauer als Millionär. Der Verschwender.
5. J. G. Seidl, Alt-Wiener Novellen.
6. Franz Grillparzer, Die Ahnfrau. Der Traum, ein Leben.
7. Adalbert Stifter, Studien I. (Das Haidedorf. Der Hochwald.)
8. Anastasius Grün, Der letzte Ritter.
9. Christian Freiherr von Zedlitz, Waldfräulein: Totenkränze.
10. Karl Meisl, Das Gespenst im Prater. Die Geschichte eines echten Schals in Wien.
11. Adalbert Stifter, Studien II. (Der Hagestolz. Der Waldsteig.)
12. Friedr. Halm, Griseldis. Der Sohn der Wildnis.
13. Charles Sealsfield, Lebensbilder aus der westlichen Hemisphäre I.
14. Adolf Bäuerle, Die Bürger in Wien. Aline od. Wien in einem and. Weltteile.
15. Franz Grillparzer, Selbstbiographie.
16. Jos. Alois Gleich, Die Musikanten am Hohen Markt. Ydor, der Wanderer aus dem Wasserreich.
17. Charles Sealsfield, Lebensbilder aus der westlichen Hemisphäre II.
18. Johann Nestroy, Der Unbedeutende. Freiheit in Krähwinkel.
19. Moritz Hartmann, Der Krieg um den Wald.
20. Franz Grillparzer, Sappho. Des Meeres und der Liebe Wellen.